

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ İLE AKILLI ŞEHİR TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdullah Said TÜRKSEVER

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ İLE AKILLI ŞEHİR TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Abdullah Said TÜRKSEVER
(501151601)**

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU

HAZİRAN 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501151601 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Abdullah Said TÜRKSEVER, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ İLE AKILLI ŞEHİR TASARIMI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı: **Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Prof. Dr. Mustafa YANALAK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU
Gebze Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 03 Mayıs 2019
Savunma Tarihi : 13 Haziran 2019





Aileme,



ÖNSÖZ

Lisansüstü eğitimim ve tez çalışma süresince bana danışmanlık yapan, bilgilerini ve tecrübelerini paylaşan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU'na desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde her zaman yanımda olan, bana güvenen, sevgi, yardım ve desteklerini esirgemeyen aileme ve dostlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2019

Abdullah Said Türksever
Geomatik Mühendisi





İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
TABLO LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Tanımı	4
1.2 Çalışmanın Amacı	7
1.3 Metodoloji	7
1.4 Literatür İncelemesi	8
2. GENEL BİLGİLER	13
2.1 Temel Kavramlar	13
2.1.1 Coğrafi bilgi teknolojileri	13
2.1.2 Kent bilgi sistemleri	13
2.1.3 Dijital şehirler	14
2.1.4 Akıllı şehir kavramları	15
2.2 Akıllı Şehirler Temel Bileşenleri	18
2.2.1 Akıllı şehirlerde kullanılan BİT teknolojileri ve altyapı	21
2.2.1.1 Açık veri (Open Data)	21
2.2.1.2 Büyük veri	28
2.2.1.3 Bulut bilişim (Cloud Computing)	33
2.2.1.4 Nesnelerin interneti ve sensörler	37
2.2.1.5 Ağ ve bağlantı teknolojileri	41
2.3 Akıllı Şehirlere Yönelik Standartlar	42
2.3.1 ITU-T Telecommunication Standardization	44
2.3.2 Sector of ITU Uluslararası Standartlar Örgütü	46
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR	49
3.1 Akıllı Şehir – CBS ve KBS ilişkileri	49
3.2 Dünya’da Akıllı Şehir Uygulamaları	55
3.2.1 Barcelona örneği	57
3.2.2 Amsterdam örneği	60
3.2.3 Singapur örneği	63
3.2.4 Cenova örneği	66
3.2.5 Örneklerin karşılaştırılması	67
3.3 Türkiye’de Akıllı Şehir Çalışmaları	68
3.3.1 Merkezi otorite tarafından gerçekleştirilen çalışmalar	68
3.3.2 Yerel otoriteler tarafından gerçekleştirilen çalışmalar	71
3.3.3 Özel sektör tarafından gerçekleştirilen çalışmalar	76

3.4 Akıllı şehir için gereksinimler.....	77
3.4.1 Akıllı altyapı (Smart Infrastructure)	90
3.4.1.1 Akıllı bina (Smart Buildings)	92
3.4.1.2 Akıllı enerji (Smart Energy)	93
3.4.1.3 Akıllı ulaşım ve hareketlilik (Smart Mobility)	94
3.4.1.4 Akıllı idare (Smart Governance).....	95
3.4.1.5 Akıllı sağlık (Smart Healthcare)	96
3.4.1.6 Akıllı güvenlik (Smart Security).....	96
4. AKILLI ŞEHİR MEKANSAL BİLGİ SİSTEMİ ALTYAPISI	
ÇERÇEVESİNİN TASARLANMASI	99
4.1 Hedeflerin belirlenmesi	99
4.1.1 Akıllı Şehirlerde Şehir hizmetleri ve Yaşam Kalitesi Performans Göstergeleri.....	100
4.1.2 Akıllı Şehir Uygulamaları.....	102
4.2 Veri ihtiyacı ve organizasyonu.....	103
4.2.1 Mekansal veri ve Akıllı Şehirler	104
4.3 Yöntem ihtiyacı.....	108
4.3.1 Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı İhtiyacı	108
4.3.1.1 Büyük Veri Platformu (Big Data).....	110
4.3.1.2 Bulut Bilişim Platformu (Cloud Service)	112
4.3.1.3 Destekleyici Ortam (Supporting environment).....	114
4.3.2 CBS alt yapısından 4B CBT Altyapısına Geçiş Süreci	114
4.4 Sistem entegrasyonu ve Standart ihtiyacı	115
4.4.1 Mekansal Servis Mimarisi (Geospatial Services Architecture)	116
4.4.1.1 Veri Erişim Servisleri	116
4.4.1.2 Veri İşleme servisleri (WPS)	117
4.4.1.3 Katalog Servisi (Catalogue Services)	117
4.4.2 Sensör Bilgisi (Sensor Web Enablement -SWE)	117
4.4.3 Context Document ve GeoPackage	117
4.4.4 Görselleştirme ve Artırılmış Gerçeklik.....	118
5. BULGULAR.....	119
5.1 Mevcut durumun irdelenmesi	120
5.1.1 CBS'nin akıllı kentlere dönüşüme katkısı	122
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	125
KAYNAKLAR	129
ÖZGEÇMİŞ	139

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
4B CBT	: 4 Boyutlu Coğrafi Bilgi Teknolojileri
ITU-T	: The International Telecommunication Union
ISO	: International Organization for Standardization
OGC	: Open Geospatial Consortium





TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1 : Örnek olay incelemelerinin karşılaştırılması	67
Tablo 3.1 : Örnek olay incelemelerinin karşılaştırılması(devam).....	68
Tablo 3.2 : Sürdürülebilir Akıllı Şehir Altyapı uygulama örnekleri.....	90
Tablo 3.2 : Sürdürülebilir Akıllı Şehir Altyapı uygulama örnekleri(devam).....	91



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışmada izlenen adımlar	8
Şekil 2.1 : Dijital City Amsterdam.	15
Şekil 2.2 : Akıllı şehir projeleri, girişimler ve şehirlerin ilişkisi	18
Şekil 2.3 : Akıllı Şehirlerin Temel Bileşenleri	19
Şekil 2.4 : Veriden anlamlı bilgi edinilmesi süreci.....	24
Şekil 2.5 : Şehir Veri Platformu	24
Şekil 2.6 : Sentilo Sensör Haritası	25
Şekil 2.7 : New York Paylaşım Bütçe Dağılımı.....	26
Şekil 2.8 : Akıllı Beyoğlu Arayüzü	27
Şekil 2.9 : Dava.gov veri temaları	27
Şekil 2.10: Qlue My City uygulaması ara yüzü.....	28
Şekil 2.11: Kürsel Veri Depolama Kapasitesi	29
Şekil 2.12: Veri Madenciliği.....	30
Şekil 2.13: Veri Madenciliği işlem adımları.....	31
Şekil 2.14: Veri Madenciliği teknikleri	32
Şekil 2.15: Büyük verinin üretilmesi, depolanması ve işlenmesi süreci	32
Şekil 2.16: Akıllı Şehirler Elde Edilen Verilerin Şeması	33
Şekil 2.17: Bulut Bilişim Modeli.....	34
Şekil 2.18: Bulut bilişim hizmet dağıtımı.....	35
Şekil 2.19: Bulut bilişim hizmet dağıtımı örnekleri	36
Şekil 2.20: Garner'in yükselen teknolojiler döngüsü	39
Şekil 2.21: Google aramaları	39
Şekil 2.22: Nesnelerin interneti teknolojisinde ile sağlanan veri akışı.....	40
Şekil 2.23: Nesnelerin İnterneti Uygulamalarının Görselleştirilmesi	40
Şekil 2.24: RFID.....	41
Şekil 2.25: Kablosuz Sensör Ağı.....	41
Şekil 2.26: Akıllı Şehirler ile ilgili Uluslararası seviyede yapılan çalışmalar	43
Şekil 2.27: Akıllı Şehirlerin Teknik Altyapı Mimarisi.....	45
Şekil 2.28: ITU FG-SSC tarafından hazırlanan Akıllı Şehir Standart Modeli	46
Şekil 2.29: Şehir Performans Göstergeleri Standartları Ailesi	47
Şekil 2.30: ISO 37120:2018 Şehir servisleri	47
Şekil 2.31: ISO 37120:2018 Performans göstergeleri	48
Şekil 3.1 : Akıllı Şehir CBS ilişkisi	51
Şekil 3.2 : Akıllı Şehir CBS Çerçevesi.....	52
Şekil 3.3 : Akıllı Şehir CBS Döngüsü	52
Şekil 3.4 : Akıllı CBS'nin kullanılması ile şehirde hedeflenen gelişmeler	53
Şekil 3.5 : Yukarıdan aşağıya Yaklaşım ve Aşağıdan Yukarıya Yaklaşım.....	57
Şekil 3.6 : Akıllı Şehir Çarkı	84
Şekil 3.7 : Akıllı Şehir Yaklaşımı.....	89
Şekil 3.8 : Standartların sınıflandırılması ve alt elemanları	89

Şekil 3.9 : Akıllı şehirler ve akıllı şehir inisiyatifleri	89
Şekil 4.1 : Akıllı Şehir'in Katman Yapısı.....	103
Şekil 4.2 : CityGML Şehir Modelinin Görselleştirilmesi.....	104
Şekil 4.3 : Mekansal Bilgi Ölçekleri.....	104
Şekil 4.4 : Mekansal Bilgi Veri Standartları ve teknoloji standartları.....	105
Şekil 4.5 : Mekansal veri modelleri.....	107
Şekil 4.6 : Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Çerçevesi.....	109
Şekil 4.7 : 4B CBT Mekansal Büyük Veri Yönetim Platformu	110
Şekil 4.8 : 4CBT Bulut Platformu Mimarisi.....	112
Şekil 4.9 : Servis odaklı mimari (SOA).....	115
Şekil 4.10 : Birlikte çalışabilir OGC Servis Mimarisi.....	116



COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ İLE AKILLI ŞEHİR TASARIMI

ÖZET

Dünya nüfusunun 2014 yılında 7 milyarın üzerinde olduğu ve insanların yüzde 54'ünün şehirlerde yaşadığı tahmin edilmektedir. Bu oran 1960'da yüzde 34 iken önümüzdeki on beş yıl içerisinde ise bu oranın yüzde 1.84 artması beklenmektedir. Büyük kentlerdeki hızlı nüfus artışı pek çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar kentlerdeki ekonomik ve sosyal hayatı olumsuz yönde etkilediği gibi kent sakinlerinin yaşam kalitesini düşürmektedir. Artan nüfus ile birlikte şehirlerde enerji ve kaynak ihtiyacında da artışlar olacak ve şehirlerin alt yapıları yükseliş eğiliminde olan nüfusa karşı yetersiz kalacaktır. Akıllı şehirler yaklaşımı, şehrin problemlerine sensör, nesnelerin interneti, her şeyin interneti, bulut bilişim ve büyük veri işleme gibi yenilikçi teknolojileri kullanarak akılcı çözümler üretme potansiyeline sahip olması nedeniyle ülkelerin ve uluslararası kuruluşların politika metinlerinde ön plana çıkmaya başlamıştır. Başta ulaşım ve enerji olmak üzere, kentsel altyapıların ve şebekelerin insan müdahalesine gerek duymadan kendi kendine yönetilebilmesi mantığına dayanan bu yaklaşımla, insanların yaşam standartlarında önemli ölçüde iyileşme sağlanması amaçlanmaktadır.

Akıllı şehir yaklaşımının temelinde insan, sosyal sermaye ve Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) altyapısının oluşturulması ve bu öğelerin birbiriyle bağlantılı hale getirilmesi vardır. Akıllı şehir yaklaşımı ile birlikte sürdürülebilir ekonomik kalkınma ve daha iyi yaşam kalitesi sağlamak amaçlanmaktadır. Akıllı şehir; Akıllı Ekonomi, Akıllı Toplum, Akıllı Hareketlilik, Akıllı Yönetişim, Akıllı Çevre ve Akıllı Yaşam olmak üzere 6 temel bileşende incelenmektedir. Bu temel bileşenleri göz önünde bulundurularak akıllı şehir olma idealinde geleceğe yönelik kararlı, bağımsız ve farkındalığı yüksek vatandaşları içeren şehirler Akıllı Şehirler olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımla birlikte şehir için yapılan bilgi iletişim teknolojileri (BİT) ve BİT alt yapılarının sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı ve doğal kaynakların akıllı yönetim ile daha etkin yönetilmesi beklenmektedir. Akıllı şehirler sahip oldukları donanımsal ve yazılımsal alt yapıları ile yüksek hayat kalitesi ve şehrin daha verimli yönetilmesini sağlamak için mekansal bir zekaya sahip olmaları gerekmektedir. Uzun vadede yaşam kalitesinin yüksek seviyede tutulması ve doğal kaynakların etkin bir biçimde kullanılması ancak konum nitelikli zekaya sahip olan şehirlerde mümkündür. Mekansal zeka; konuma dayalı bilginin toplanması ve işlenmesi, gerçek zamanlı uyarıya sahip olması (real time alert), tahmin yürütme, makine öğrenmesi (machine learning), kolektif zeka ve problem çözümlerinin paylaşılmasını içeren bilişsel ve kavramsal bir süreçtir. Akıllı şehir yaklaşımının teorik altyapısının oluşturulması ve pratik anlamda verinin toplanması, işlenmesi, analize edilmesi ve sunulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) büyük önem taşımaktadır. CBS ile birlikte şehirlerin yönetimi daha etkili bir şekilde sağlanmasına rağmen hala CBS teknolojisinin sahip olduğu potansiyel tam olarak kullanılmamaktadır. Güncel, doğruluğu yüksek ve bütüncül veriler Akıllı Şehirlerin tasarlanması, modellenmesi ve planlanmasında kritik

önem taşımaktadır. Yeryüzüne ait verilerin toplanması ve işlenmesinde Geomatik Bilimi ve CBS bu anlamda önemli bir role sahiptir.

Akıllı Şehirler'in ihtiyaç duyduğu mekansal bilgi sistemlerinin altyapısının etkileşim deneyimine sahip, gerçek zamanlı tepki verebilen, mobiliteye sahip (mobility), kontrol ve otonomiye (autonomy) becerilerine sahip olması gerekmektedir. Akıllı Şehirler üretilen verilerin mekansal ve zamansal olarak gerçek zamanlı bir şekilde sunulmasını gerekmektedir. Mekansal ve zamansal coğrafi bilgilerin (temporal-spatial information) üretildiği, depolandığı, işlendiği, sunulduğu ve bilgilerin gerçek zamanlı olarak erişebildiği mekansal bilgi sistemleri 4 Boyutlu Coğrafi Bilgi Teknolojileri olarak adlandırılmaktadır (4B CBT).

Bu çalışmanın temel amacı; akıllı şehirlerin geliştirilmesinde temel bir ihtiyaç olan mekansal bilgi sistemi altyapısının akıllı şehirlere uyumlu bir hale getirilmesi adına Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Modeli'nin tasarlanmasıdır. Akıllı şehirlerdeki mekansal bilgi sistemi ihtiyacını karşılamak üzere akıllı şehir konsepti, akıllı şehirlerin temel bileşenleri, akıllı şehirlerde kullanılan teknolojiler ve akıllı şehir uygulamaları incelenerek akıllı şehirlerin gereksinimleri irdelenmiştir. Literatürde iyi örnek olarak nitelendirilen Barcelona, Amsterdam, Singapur ve Cenova örneği karşılaştırmalı olarak incelenerek akıllı şehirlere geçiş sürecinde öncelikli olarak ihtiyaç duyulan teknoloji ve alt yapılar belirlenmiştir. Bu bağlamda; uluslararası alanda en yaygın olarak kabul gören ITU ve ISO'nin Akıllı Şehirler ile ilgili ortaya koydukları standartlar göz önünde bulundurularak Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Modeli'nin hedefleri, veri ihtiyacı ve organizasyon şeması, modelin tasarlanmasında kullanılacak yöntem ve akıllı şehirlerdeki farklı sistemlerin entegrasyonunun nasıl sağlanacağı detaylı olarak açıklanmıştır. Bu çalışmanın amacına ulaşabilmesi için; Akıllı şehir mekansal bilgi sistemi ihtiyaç analizi yapılarak akıllı şehir konsepti incelenmiştir ve akıllı şehir temel kavramları açıklanmıştır. Akıllı şehirlerin temel bileşenleri, akıllı şehirlerde kullanılan teknolojiler ve akıllı şehir uygulamaları incelenerek akıllı şehirlerin gereksinimleri irdelenmiştir. Akıllı şehirlere yönelik standartlar, literatürde iyi örnek olarak nitelendirilen Barcelona, Amsterdam, Singapur ve Genova örnekleri ve Türkiye'deki Akıllı Şehir uygulamalarının mevcut durumu incelenerek Akıllı şehir gereksinimleri tespit edilmiştir.

Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Modeli'nin hedefleri, veri ihtiyacı ve organizasyon şeması, modelin tasarlanmasında kullanılacak yöntem ve akıllı şehirlerdeki farklı sistemlerin entegrasyonunun sağlanacağı ITU-T ve ISO standartlarına uygun Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Modeli tasarlanmıştır.

DESIGNING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FRAMEWORK FOR SMART CITIES

SUMMARY

Cities, or large urban conurbations, bring many positive benefits to communities and economies – locally, nationally and globally. Beneficial impacts range from the objective, e.g. economic impacts, to the cultural, for example – providing a context to support vibrant arts, music, literary & drama communities. There is a cost to these benefits. The accelerating growth of cities and their disproportionate consumption of physical and social resources is assessed by the United Nations to be the greatest challenge to mankind since we became social. Cities are currently occupied by c.51% of the global population of 7+ billion but consume c.80% resources disproportionately consuming physical and social resource.

By 2050 the global population is forecast to grow to 9+ billion, 80% of which will inhabit cities. The increase in demand for all resources is unsustainable, as are traditional delivery mechanisms, which are unresponsive and too costly. To maintain quality of life expectations in the developed world, and match these in the developing world, we urgently need to identify and implement innovative delivery systems to more effectively manage and control resource use in the built environment – particularly cities. Smart city systems are emerging as a major response to the joint challenges of resource management and economic recovery in cities – nationally and globally. These systems will displace traditional delivery vehicles for physical and social resources, potentially providing cost effective and innovative delivery channels. Today, urban population accounts for 54 percent of the total global population with a trend to more urbanization when urban population accounts for 34 percent in 1960. It is expected to be increased 1.84 percentage in the following five years.

This exponential increase in urban population will aggravate the complexities of the social fabric in cities, and makes charting a path to sustainability a very urgent task. Currently, the urban ecosystem is experiencing turmoil with increased urbanization, pollution, overcrowding, climate change, outdated infrastructures, etc. These challenges greatly hinder growth within the urban domain. In view of the above, cities are increasingly embarking on the journey towards smart cities to mitigate urbanization problems. Urban stakeholders are actively developing strategies and institutional policies directed towards the goal of becoming smart to manage resources more efficiently, while addressing socio-economic development challenges and reducing inequalities.

“Smart cities” is a term denoting the effective integration of physical, digital and human systems in the built environment to deliver a sustainable, prosperous and inclusive future for its citizens. In today's world of planning, there appears to be a visible trend in the use of the "smart" prefix. For example, cities around the world are branding themselves as, or striving to become "smart cities". Planners and policy-makers espouse "smart growth". Infrastructure planning involves "smart grids" for energy, "smart networks" for information and communications technologies (ICT) and "smart mobility" in transportation. The "smart" term has also been stretched by technology firms like IBM, where being "smart" is trounced by being "smarter". Being "smart", or "smarter", is perhaps seen as the next frontier for city planning, policy-making and management. Digital systems provide a mechanism for efficiently matching physical and social resource demand against availability through integrated real time monitoring and response. The efficient matching of resource demand against supply availability enables effective city management and economic activity. The reliable data models from real time demand-supply matching can additionally be used to inform long term planning of resource availability. A flexible design approach allows for options to be embedded upfront in the system for possible use at later stages.

Many definitions of the Smart City focus almost exclusively on the fundamental role of ICT in linking city-wide services. For example, one suggestion is that a city is smart when the use of ICT makes the critical infrastructure components and services of a city – which include city administration, education, healthcare, public safety, real estate, transportation, and utilities – more intelligent, interconnected, and efficient. Other definitions, while retaining ICT's important role, provide a broader perspective, such as the following wide working definition: A city may be called ‘Smart’ ‘when investments in human and social capital and traditional and modern communication infrastructure fuel sustainable economic growth and a high quality of life, with a wise management of natural resources, through participatory governance. Smart cities can be identified along six main axes of dimensions: a smart economy, a smart environment, smart mobility, smart people, smart living, and smart governance.

Cities are complex, and for them to become smarter – more economically, socially and environmentally sustainable and prosperous – they will need to holistically address a range of issues including: planning and economic development, resilient clean air, water and food supply, integrated data and security systems, responsive transport networks, environment protection and sustainable resource management, risk management, sustainable waste management systems, energy management, sustainable buildings; and cultural-social interaction.

Usually, a smart city rests on three pillars: economic development, earth environmental issues, and social equity; and sustainability can be achieved only if all three aspects are equally considered. From the perspective of geomatics, a smart city is the full integration of a digital city, the Internet of Things and cloud computing technology. A digital city provides a 3D geospatial framework for cities, while the Internet of Things embedded in the ubiquitous sensor network realizes the real-time sensing, measuring, and data transmitting of still or moving objects. Cloud computing, performing like a human brain, is responsible for massive and complex calculations, data mining, and analysis; and it then helps in the automatic discovery of patterns,

rules, and knowledge and provides remote monitoring, control, and feedback to the real world for intelligent city management and public services.

The implementation of smart city projects is based on a number of steps including the construction of the urban digital model, data collection using the sensing layer, then data analysis, interactive data visualisation and system control. GIS plays a crucial role in each step of the implementation of smart city projects such as designing, modeling and management in the city. From a smart city perspective, the smart city should include real-time information intelligence equipment, such as human senses, or a human behavior organ system and a response and disposal thematic system. The main purpose of smart city construction is to support intensive, intelligent, green, and low-carbon new urbanization development, and enable the market to have a decisive role in the allocation of resources. The concept of Temporal-Spatial information Infrastructure (4D GIS) denotes the processes, integration, mining analysis, and sharing of time-stamps geographic data. It also includes related policy, regulations and standards, technology, facilities, mechanism, and human resources.

The aim of this study is to define the extent of the concept of Smart Cities as its main supporting technology, the digital city geo-spatial framework has to be upgraded to the temporal-spatial information infrastructure (4D GIS). First, this study discovers the concept and basic framework of smart city and defines the concept of 4D GIS. Secondly, the study aims to understand the required technology for smart city implementation, and smart city applications in Turkey and in the World. Lastly, this study defines requirements, needs and organizational structure for designing Geographic Information Framework for smart cities based on ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU) and International Organization for Standardization (ISO) standards.

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2014 yılında 7 milyarın üzerinde olduğu ve insanların yüzde 54'ünün şehirlerde yaşadığı tahmin edilmektedir. Bu oran 1960'da yüzde 34 iken önümüzdeki on beş yıl içerisinde ise bu oranın yüzde 1.84 artması beklenmektedir. Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesi Nüfus departmanının 2014 yılında yapmış olduğu araştırmaya göre 2050 yılında dünya nüfusunun yaklaşık üçte ikisinin şehir merkezlerinde ya da yakınlarında yaşıyor olması beklenmektedir [1].

Büyük kentlerdeki hızlı nüfus artışı pek çok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar kentlerdeki ekonomik ve sosyal hayatı olumsuz yönde etkilediği gibi kent sakinlerinin yaşam kalitesini düşürmektedir ve kentlerin marka ve rekabet gücünü de azaltmaktadır. Artan nüfus ile birlikte şehirlerde enerji ve kaynak ihtiyacında da artışlar olacak ve şehirlerin alt yapıları yükseliş eğiliminde olan nüfusa karşı yetersiz kalacaktır. İklim değişikliği ve diğer sosyal problemler sürdürülebilir olmayan gelişmenin ciddi hastalık ve felaketlere sebebiyet verebileceği öngörülmektedir. Hızlı şehirleşme ve artan nüfus yoğunluğu daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler tasarlama gereksinimini ortaya çıkartmıştır. Bununla birlikte son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler, şehirlerimizde de teknolojik bir dönüşümü beraberinde getirmektedir. Şehirler dinamik yapıları ile her zaman büyümeye, üretime, yeniliğe, akla ve bilgiye ev sahipliği yapmıştır. Tüm bu ihtiyaçlar kentlerin başta enerji olmak üzere kaynakların daha etkin kullanılarak kent sakinlerine daha iyi hizmet sunulmasını sağlamak amacıyla 'Akıllı Şehir (Smart Cities)' yaklaşımının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Akıllı şehir yaklaşımının temelinde insan, sosyal sermaye ve Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) altyapısının oluşturulması ve bu öğelerin birbiriyle bağlantılı hale getirilmesi vardır. Akıllı şehir yaklaşımı ile birlikte sürdürülebilir ekonomik kalkınma ve daha iyi yaşam kalitesi sağlamak amaçlanmaktadır. Akıllı şehir; Akıllı Ekonomi, Akıllı Toplum, Akıllı Hareketlilik, Akıllı Yönetişim, Akıllı Çevre ve Akıllı Yaşam olmak üzere 6 temel bileşende incelenmektedir [2]. Bu temel bileşenleri göz önünde bulundurularak akıllı şehir olma idealinde geleceğe yönelik kararlı, bağımsız ve

farkındalığı yüksek vatandaşları içeren şehirler Akıllı Şehirler olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımla birlikte şehir için yapılan bilgi iletişim teknolojileri (BİT) ve BİT alt yapılarının sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı ve doğal kaynakların akıllı yönetim ile daha etkin yönetilmesi beklenmektedir.

Uzmanların çalışma alanlarına göre Akıllı Şehir konseptini tanımlamaları farklılık göstermektedir. Tranos and Gertner [3]' e göre Akıllı şehirler sensör ağlarının birleşiminden oluşan şehirlerdir. Shapiro [4]'e göre sosyal hayatın ve yaşam kalitesinin iyileştirildiği şehirlerdir. Microsoft'tan Dignan [5]'nın tanımına göre şehirde var olan tüm servislerin insan dostu ve akıllı hale geldiği şehir olarak tanımlamıştır. Sistem entegrasyonu IBM'den Harrison'a göre şehirlerin içinde bulundurdıkları tüm nesnelerin bağlantılı olmasıdır. Genellikle akıllı şehirler ekonomik kalkınma, çevresel sorunlar ve sürdürülebilirlik olmak üzere 3 temel esas üzerine kurulmuştur. Bu üç boyut eşit bir şekilde ele alındığı takdirde Akıllı Şehir idealine erişilebilir.

Li [6]'ye göre Geomatik perspektifinden akıllı şehirler; dijital şehrin, nesnelerin interneti ve bulut bilişim teknolojilerinin tamamen entegre olması şeklinde tanımlanmıştır. Nesnelerin interneti ile birlikte her yere yayılmış olan sensör ağı (ubiquitous sensor network) ile birlikte gerçek zamanlı algılama, ölçme ve veri paylaşımı için 3 boyutlu bir mekansal altlık (geospatial framework) oluştururlar. Bulut bilişim teknolojisi ile birlikte yüksek ve karmaşık hesaplamalardan, veri madenciliği ve analiz yapılarak örüntülerin keşfedilmesi sağlanmaktadır. Bu örüntüler sayesinde fiziksel şehirden alınan veriler ile şehir yönetimi ve kamu hizmetlerinin izlenmesi, kontrolü ve geri bildirimin yapılması sağlanmaktadır. Geomatik açısından Akıllı Şehirlere geçiş sürecindeki ele alınması gereken temel meseleler: jeoreferanslama (geo-referencing), 3 boyutlu mekansal-zamansal modelleme (3D spatial-temporal modeling), GPS entegrasyonu, Mobil Uzaktan Algılama ve CBS platformları, her yere yayılan sensörler ve bu sensörlerin iletişime geçebilecekleri iletişim altyapısının oluşturulması ve servislerin (WFS, WCS) bulut platformunda nihai kullanıcıya sunulabilmesidir.

Akıllı şehirler yaklaşımı, şehrin problemlerine sensor, nesnelerin interneti, her şeyin interneti, bulut bilişim ve büyük veri işleme gibi yenilikçi teknolojileri kullanarak akılcı çözümler üretme potansiyeline sahip olması nedeniyle ülkelerin ve uluslararası kuruluşların politika metinlerinde ön plana çıkmaya başlamıştır. Başta ulaştırma ve

enerji olmak üzere, kentsel altyapıların ve şebekelerin insan müdahalesine gerek duymadan kendi kendine yönetilebilmesi mantığına dayanan bu yaklaşımla, insanların yaşam standartlarında önemli ölçüde iyileşme sağlanması amaçlanmaktadır.

Yapılan literatür araştırması sonucunda birçok akıllı şehirde kullanılan akıllı şehirler altyapı ve servis uygulamaları aşağıdaki gibidir:

- Akıllı Enerji
- Akıllı Bina
- Akıllı Ulaşım ve Hareketlilik
- Akıllı Su Yönetimi
- Akıllı Atık Yönetimi
- Akıllı Emniyet ve Güvenlik
- Akıllı Sağlık

Dünyanın dört bir yanındaki şehirler akıllı şehire geçiş ile ilgili stratejiler uygulamaktadır, bu şehirlerden birkaç tanesi dünyadaki diğer akıllı şehir projelerine iyi örnek olabilecek niteliktedir. Barcelona, sekiz yıllık gelişiminde akıllı şehir konseptini gerçeğe dönüştürmeyi başardı ve dünyada akıllı konseptini en iyi uygulayan şehirlerden bir tanesi haline geldi. İyi örneklerden bir diğeri de Amsterdam'dır. 1994 yılında ilk defa dijital şehir platformunun katkısı ile toplumun katılımı ile akıllı kent stratejisi oluşturmuş ve günümüzde çevre kirliliği ve enerji tasarrufunun sağlanmasına yönelik akıllı uygulamaların gerçekleştirilmesiyle dünyada gerçekleşen diğer projelere örnek olmaktadır. Başta Uzak Doğu Asya coğrafyası başta olmak üzere küresel anlamda Singapur, günümüzde en güçlü BİT teknolojisi alt yapısına sahip bir ülke olmakla birlikte ve bu teknolojik alt yapının efektif kullanımı ile ekonomik kalkınmanın sağlandığı en iyi örnektir. Cenova ise Avrupa Birliği tarafından açılan Akıllı Şehir finansal desteklerinden en fazla yararlanan şehir olarak 2011 yılından itibaren 5,5 milyon Euro bütçe alarak akıllı şehire geçiş sürecine girmiştir.

1.1 Problem Tanımı

Akıllı şehir kavramı günümüzde sıklıkla kullanılmasına rağmen tutarlı ve kabul görmüş bir akıllı şehir tanımı bulunmamaktadır. Akıllı şehirlerin farklı tanımlara sahip olması akıllı şehir konseptinin teorisyenler ve uygulayıcılar tarafından net olarak anlaşılamamasına sebep olmaktadır. Akıllı şehir konsepti yeni gelişen bir olgu olması bu konseptin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Akıllı şehir konseptinin daha iyi anlaşılabilmesi için akıllı şehirlerin en önemli etmenlerinin irdelenmesi gerekmektedir. Akıllı şehirlerin oluşturulması ve şehirlerin akıllı şehirlere geçişinin sağlanmasındaki en önemli etmenler; şehrin yönetimi ve organizasyonu, yönetim (governance), teknoloji, altyapı, ekonomi, doğal çevre ve şehrin en önemli unsuru olan insanlardan oluşmaktadır [7].

Literatürde akıllı şehirlere geçiş ile ilgili yapılan akademik çalışmaların genel odağı IT alanında olmasına rağmen bu çalışmalarda bulgular yönetsel ve organizasyonel faktörlerin akıllı şehirlere geçişteki önemini vurgulamaktadır [8,9]. Akıllı şehir girişimlerinde şehrin yönetimi ve organizasyonun hususunda karşılaşılan zorluklar; projenin kapsamının geniş olması, yöneticilerin tutumu, kullanıcı ve kurum çeşitliliği, çok amaçlılık veya çelişen amaçlara sahip olmasıdır [6]. Akıllı şehir inisiyatifleri de bu zorlukları aşmak için şehir yönetiminde ve organizasyonunda şehrin yapısı ve vatandaşların katılımı göz önünde bulundurularak stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir.

Akıllı şehirlerin uygulanmasını sağlayan en önemli etmenlerden birisi de akıllı bilişim (smart computing) teknolojisidir. Akıllı bilişim; donanım, yazılım ve ağ teknolojileri entegre edilerek anlık veri toplayıp bu veriyi analiz ederek nesnelerin karar vermelerini sağlayan bir teknolojidir. Bu uygulamaların şehirlerde yaygınlaştırılıp şehrin yönetimini kolaylaştırması, yaşam kalitesini önemli ölçüde arttıracak ve kaynakların daha etkin kullanılabileceği öngörülmektedir [7].

Akıllı şehire geçiş yaşayan ve akıllı şehir olarak olarak kurulan birçok şehir bulunmaktadır. Bu akıllı şehirlerdeki en önemli amaç vatandaşlara en iyi şekilde devlet servislerini sunmak ve yaşam kalitesini geliştirmektir [8,9]. Akıllı şehirlere geçiş projeleri birçok karar verici ve devlet kurumunun bir arada çalışmasını gerektirmektedir. Scholl et al. [10] göre akıllı şehirlerdeki en önemli hizmet olan e-devlet hizmeti ancak devlet kurumları arasında gerçekleşecek olan iş birliği ile

mümkündür. Bilgi ve İletişim Teknolojileri bazlı devlet hizmetlerinin sağlanması akıllı devlet (smart governance) olarak literatürde yerini almaktadır. Forrester [7]'e göre akıllı devlet, akıllı şehirlerin çekirdek oluşumudur ve akıllı şehirlere geçişteki en büyük zorluklardan birisi de akıllı devlet sisteminin uygulanmasıdır. Mooji akıllı devletin uygulanmasının temelinde ise liderliğin var oluşunun önemli olduğunu vurgulamaktadır [11]. Akıllı devlet, vatandaş katılımının ve devlet-özel sektörün partnerliğinin geliştirebileceği bir akıllı şehir hizmeti olarak tanımlanmaktadır. Johnston and Hanssen [12] göre akıllı devlet altyapısı şeffaf, kapsayıcı, erişilebilir ve hesap verebilir (accountable) olduğu takdirde farklı kurumlar arasındaki veri değişimi, hizmetlerin entegrasyonu ve iletişimi sağlanabilir.

Bilgi ve İletişim Teknoloji altyapısının kalitesi ve mevcut olması akıllı şehir sistemlerinin kurulabilmesinde büyük önem arz etmektedir. Bilgi ve İletişim Teknolojileri; şehirde oluşturulacak kablosuz ağ bağlantısı, fiber optik ağlar, ücretsiz wi-fi noktaları ve şehir merkezlerinde bulunan kioskları içermektedir. Şehirde bulunan bütün nesnelerin hatasız bir şekilde birbirleri ile bağlı olduğu bir ağ akıllı şehirleri hayata geçirmedeki en temel unsurdur. Bilgi ve İletişim alt yapısının başarılı bir şekilde inşa edilmesi ve kullanılabilir olması şehrin IT altyapısı, uygulama bütçesi ve güvenlik unsurlarına bağlıdır. IT altyapısının uygulanmasında karşılaşılan zorluklar; farklı devlet kurumlarının bilgi sistemlerinin entegre olmaması, kurumların birlikte çalışabilirlik bilincine sahip olmaması ve farklı devlet kurumlarında kullanılan yazılım ve bilgi sistemlerinin birbirleri ile uyumlu olmamasıdır. Bilgi ve iletişim altyapısının inşa edilmesindeki en önemli bütçe tutarları; IT personellerinin ve danışmanlarının yüksek istihdam ücretleri, kurulması gereken fiber ve kablosuz ağ bağlantısı networklerinin yüksek kurulum ve bakım ücretleri, tüm kurumlarda çalışan ilgili personellerin eğitimi masraflarıdır. Bu altyapı oluşturulduğunda bilgilerin güvenliği ve zararlı yazılımlardan korunması da alt yapının sahip olması gereken en önemli özelliklerden bir tanesidir [13].

Günümüzde yapılan akıllı şehir çalışmalarında insan, nesneler ve şehir alt yapısında bulunması gereken kablosuz ağ bağlantısına sahip sensor ağlarının bir arada olduğu bütüncül bir alt yapının nasıl inşa edilebileceğine odaklanılmıştır. Bunun yanı sıra anlık kazanılan verilerin bulut platformlarında yer alan süper bilgisayarlar tarafından anlık olarak işlenmesi ve kontrol edilmesi de önemli çalışma alanlarındandır [14].

Günümüzde dijital şehirlerden akıllı şehirlere dönüşüm süreci yaşanmaktadır. Bu süreci destekleyecek en önemli kilit teknolojiler Dijital Şehirler, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Bulut Bilişimdir. Geomatik biliminin perspektifinde akıllı şehirlere geçiş sürecinde temel konular ise georeferenslama, 3 Boyutlu mekânsal ve zamansal modelleme, GPS sisteminin entegrasyonu, mobil cihazlarda uzaktan algılama ve CBS, eş zamanlı ve hali hazırda bulunan sensor ağ alt yapısının bulut bilişim platformlarında sağlanmasıdır.

Akıllı şehirler sahip oldukları donanımsal ve yazılımsal alt yapıları ile yüksek hayat kalitesi ve şehrin daha verimli yönetilmesini sağlamak için mekansal bir zekaya sahip olmaları gerekmektedir. Uzun vadede yaşam kalitesinin yüksek seviyede tutulması ve doğal kaynakların etkin bir biçimde kullanılması ancak konum nitelikli zekaya sahip olan şehirlerde mümkündür. Mekansal zeka; konuma dayalı bilginin toplanması ve işlenmesi, gerçek zamanlı uyarıya sahip olması (real time alert), tahmin yürütme, makine öğrenmesi (machine learning), kolektif zeka ve problem çözümlerinin paylaştırılmasını içeren bilişsel ve kavramsal bir süreçtir. Akıllı şehir yaklaşımının teorik altyapısının oluşturulması ve pratik anlamda verinin toplanması, işlenmesi, analize edilmesi ve sunulmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) büyük önem taşımaktadır [6].

CBS'ye geçiş ile birlikte şehirlerin yönetimi daha etkili bir şekilde sağlanmasına rağmen hala CBS teknolojisinin sahip olduğu potansiyel tam olarak kullanılmamaktadır. Güncel, doğruluğu yüksek ve bütüncül veriler Akıllı Şehirlerin tasarlanması, modellenmesi ve planlanmasında kritik önem taşımaktadır. Yeryüzüne ait verilerin toplanması ve işlenmesinde Geomatik Bilimi ve CBS bu anlamda önemli bir role sahiptir [6].

Dijital şehirler ve akıllı şehirler arasındaki en fark dijital şehirlerde temel veriler statik iken akıllı şehirlerdeki temel veriler gerçek zamanlı verileri içeren dinamik verilerin olmasıdır. Akıllı şehirlerle üretilen temel verilerin kaynakları ve veriler dinamik olarak üretilmektedir. Dijital şehirlerde bilginin paylaşılmasına odaklanılırken akıllı şehirlerde bilgilerin analiz edilmesi ve bilgi üretilmesi (knowledge generation)'ne vurgu yapılmıştır [15].

Akıllı Şehirler'in ihtiyaç duyduğu mekansal bilgi sistemlerinin altyapısının etkileşim deneyimine sahip, gerçek zamanlı tepki verebilen, mobiliteye sahip (mobility), kontrol

ve otonomiye (autonomy) becerilerine sahip olması gerekmektedir. Akıllı Şehirler üretilen verilerin mekansal ve zamansal olarak gerçek zamanlı bir şekilde sunulmasını gerekmektedir. Mekansal ve zamansal coğrafi bilgilerin (temporal-spatial information) üretildiği, depolandığı, işlendiği, sunulduğu ve bilgilerin gerçek zamanlı olarak erişebildiği mekansal bilgi sistemleri 4 Boyutlu Coğrafi Bilgi Teknolojileri olarak adlandırılmaktadır (4B CBT) [15].

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı; akıllı şehirlerin geliştirilmesinde temel bir ihtiyaç olan mekansal bilgi sistemi altyapısının akıllı şehirlere uyumlu bir hale getirilmesi adına Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Modeli'nin tasarlanmasıdır. Akıllı şehirlerdeki mekansal bilgi sistemi ihtiyacını karşılamak üzere akıllı şehir konsepti, akıllı şehirlerin temel bileşenleri, akıllı şehirlerde kullanılan teknolojiler ve akıllı şehir uygulamaları incelenerek akıllı şehirlerin gereksinimleri irdelenmiştir. Literatürde iyi örnek olarak nitelendirilen Barcelona, Amsterdam, Singapur ve Cenova örneği karşılaştırmalı olarak incelenerek akıllı şehirlere geçiş sürecinde öncelikli olarak ihtiyaç duyulan teknoloji ve alt yapılar belirlenmiştir. Bu bağlamda; uluslararası alanda en yaygın olarak kabul gören ITU ve ISO'nin Akıllı Şehirler ile ilgili ortaya koydukları standartlar göz önünde bulundurularak Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Modeli'nin hedefleri, veri ihtiyacı ve organizasyon şeması, modelin tasarlanmasında kullanılacak yöntem ve akıllı şehirlerdeki farklı sistemlerin entegrasyonunun nasıl sağlanacağı detaylı olarak açıklanmıştır.

1.3 Metodoloji

Bu çalışmanın amacına ulaşabilmesi için; Akıllı şehir mekansal bilgi sistemi ihtiyaç analizi yapılarak akıllı şehir konsepti incelenmiştir ve akıllı şehir temel kavramları açıklanmıştır. Akıllı şehirlerin temel bileşenleri, akıllı şehirlerde kullanılan teknolojiler ve akıllı şehir uygulamaları incelenerek akıllı şehirlerin gereksinimler irdelenmiştir. Akıllı şehirlere yönelik standartlar, literatürde iyi örnek olarak nitelendirilen Barcelona, Amsterdam, Singapur ve Genova örnekleri ve Türkiye'deki Akıllı Şehir uygulamalarının mevcut durumu incelenerek Akıllı şehir gereksinimleri tespit edilmiştir. Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Modeli'nin hedefleri, veri ihtiyacı ve organizasyon şeması, modelin tasarlanmasında kullanılacak yöntem ve

akıllı şehirlerdeki farklı sistemlerin entegrasyonunun sağlanacağı ITU-T ve ISO standartlarına uygun Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Modeli tasarlanmıştır. Çalışma yapılırken izlenen temel işlem adımları Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 : Çalışmada izlenen adımlar.

1.4 Literatür İncelemesi

Akıllı şehir kavramı günümüzde sıklıkla kullanılmasına rağmen tutarlı ve kabul görmüş bir akıllı şehir tanımı bulunmamaktadır. Akıllı şehirlerin farklı tanımlara sahip olması akıllı şehir konseptinin teorisyenler ve uygulayıcılar tarafından net olarak anlaşılamamasına sebep olmaktadır. Akıllı şehir konsepti yeni gelişen bir olgu olması bu konseptin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Akıllı şehir konseptinin daha iyi anlaşılabilmesi için akıllı şehirlerin en önemli etmenlerinin irdelenmesi gerekmektedir. Akıllı şehirlerin oluşturulması ve şehirlerin akıllı şehirlere geçişinin sağlanmasındaki en önemli etmenler; şehrin yönetimi ve organizasyonu, yönetim (governance), teknoloji, altyapı, ekonomi, doğal çevre ve şehrin en önemli unsuru olan insanlardan oluşmaktadır [7].

Son yıllarda akıllı kent kavramının kullanımı bütün dünyada hızlı bir şekilde yayılmaya başlamış ve birçok metropol ve büyük şehrin gelişim stratejisi olumlu anlamda etkilemiştir [16]. Şehirleşme ve şehirlerde yaşayan nüfusun artması beraberinde şehirde ortaya çıkan problemlerin artmasına neden olmuştur. Şehirleşmenin doğa ve insan üzerinde bıraktığı olumsuzlukların minimize edilmesi, nüfus ve şehirleşme eğiliminin azaltılabilmesi ve daha verimli, yaşanılır şehirler için yeni planlama yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Yerel yönetimler, özel firmalar, sivil toplum kuruluşları ve vatandaşlar hayat kalitesinin artırılması, daha iyi yaşam koşullarının sağlanması ve daha güvenli bir çevre oluşturulması adına akıllı şehir yaklaşımını benimsemişlerdir. Akıllı şehir yaklaşımı ile ilgili Annalisa Cocchia [17] tarafından yapılan tarihsel literatüre baktığımızda akıllı şehir yaklaşımının ilk defa yirmi yıl önce yapıldığını görülmektedir. Bu kapsamda BİT (ICT) teknolojisini kullanarak şehirdeki yaşam kalitesini iyileştirme yeni bir yaklaşım değildir. 90'lı yılların başından itibaren teknolojinin gelişimine paralel olarak şehirler, bağlı şehir, bilgi şehri, intelligent şehir, dijital, sanal şehir, akıllı şehir ve benzeri terimler ile adlandırılmıştır. "Akıllı (Smart)" kullanımı ilk defa 2000'li yıllarda Holland [18] tarafından kullanılmıştır.

Akıllı Şehirlerin temelini oluşturan en önemli alt yapılardan bir tanesi BİT altyapısıdır. Bundan dolayı dijital şehirlerde var olan BİT altyapısı göz önünde bulundurularak dijital şehirler de çoğunlukla Akıllı Şehir gibi nitelendirilir [19]. Ancak terminolojiye göre bu kavramlar birbirlerinden farklı kavramlar olup birbirleriyle yakın ilişkili kavramlardır.

Ishida [20]'nın tanımına göre ortaya konan ilk dijital şehir konsepti, şehirde yaşayan vatandaşların ve şehri ziyaret eden insanların ilgi alanları doğrultusunda etkileşime geçebildiği, bilgi ve deneyim paylaşabildiği herkesin erişimine açık web tabanlı ortak bir platformdur. BİT teknolojilerindeki gelişmelere ile birlikte şehirler "Bağlı Şehir" [21], "Siber Şehir" [22], ve "Dijital Şehir" [23], "Intelligent Şehir" [24], "Akıllı Şehir" [18], 'Hisseden Şehir' [41] olmak üzere isimlendirmişlerdir.

Couclelis [25]'e göre Dijital Şehir, gerçek şehrin kapsayıcı bir biçimde sosyal, kültürel, politik ve teorik olarak reproduksiyonu olarak tanımlamıştır. Dijital şehir tanımlarında vatandaşlardan şehir konseptinin içine dahil olmasına rağmen vatandaşın şehre katkısı ve rolü akıllı şehirlere kıyaslandığında proaktif değildir.

Teknoloji liderlerinden biri olan IBM [26]'in tanımlamasına göre akıllı şehirler: BİT (ICT), nesnelerin interneti ve bulut bilişim teknolojileri kullanılarak şehirde var olan önemli verilerin toplandığı, analiz edildiği ve verilerin entegrasyonunun sağlandığı şehirlerdir.

Caragliu [27]'ya göre bir şehrin akıllı şehir olarak nitelendirilebilmesi için şehirde insana, sosyal sermayeye, toplu taşımaya ve BİT(ICT) iletişim altyapısına yapılan yatırımların halkın katılımı ile sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı desteklemesi, yaşam kalitesinin artırması ve doğal kaynakların etkin olarak kullanımını gerektirmektedir.

Taewoo Nam ve Theresa A. Pardo [28]'ya göre akıllı şehirler dijital şehirlerin nesnelerin interneti teknolojisiyle birleştirildiği şehirlerdir. Dijital şehirler geniş bantlı ve servis odaklı mimariye (Service Oriented Computing) dayanarak yenilikçi hizmetler sağlar. Akıllı şehirler ise şehirdeki kaynakların yetersizliği, enerji kıtlığı çevresel problem ve toplum sağlığı gibi problemlerin çözümüne yönelik kendini denetleyen (self-monitoring) ve kendi kendine cevap veren (self-responding) sistemlerdir.

21. Yüz yılda şehir yaşamını önemli derecede kolaylaştıran kamu hizmetlerinin, şehirde bulunan nesnelerin ve vatandaşların kusursuz bağlantı ile birbirlerine bağlı oldukları şehir konseptine Akıllı Şehir denir [29]. Sınırları belirlenmiş bir alanda vatandaşlara fayda sağlamak amacıyla hayat kalitesinin artırılması, sosyal dahil edilmenin sağlanması, vatandaş katılımının sağlanması ve çevre kalitesinin geliştirilmesi için BİT, nesnelerin interneti gibi yüksek teknolojiler kullanılan şehirlere akıllı şehirler denir [30].

Hall [31]'e göre akıllı kent, bütün önemli altyapıların, yolların, köprülerin, tünellerin, tren yollarının, metroların, iletişim, su, enerji ve önemli binaların durumunu izleyip sistemlerinin entegrasyonunu sağlayarak kentin kaynaklarının en iyi biçimde kullanılmasını sağlayan, kentin bakım ve onarım faaliyetlerinin planlamasının sağlandığı ve güvenlik yönüyle şehrin izlendiği yapı olarak tanımlamaktadır.

Setis-Eu [32]'ya göre akıllı şehir, su döngüsü, gelişmiş enerji şebeke altyapısı ve mobil teknolojiler kullanarak şehirlerin çevreye olumsuz etkilerini azaltan ve vatandaşların yaşam kalitesini artıran şehirler olarak tanımlamıştır. Avrupa Komisyonu'na göre akıllı şehir: sürdürülebilirlik, ekonomik gelişim ve yaşam kalitesi faktörlerine bağlı

olarak tanımlanan ve şekillenen bir kavramdır. Bu tanımda akıllı şehir hedeflerinin fiziki altyapı, beşerî ve sosyal sermaye, bilgi ve iletişim teknolojileri altyapıları aracılığıyla sağlanabileceği vurgulanmaktadır.

Uluslararası Standartlar Enstitüsü [33]'ne (ISO) göre akıllı şehir: şehrin planlamasını, yönetimini, inşasını ve akıllı hizmetleri kolaylaştıracak nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri ve entegre coğrafi bilgi sistemleri gibi yeni nesil bilgi iletişim teknolojilerinin uygulandığı yeni bir kavram ve yeni bir modeldir.” ISO'ya göre akıllı şehir oluşumlarının ana hedefi: kamu hizmetlerinin kolaylığının, şehir yönetiminin duyarlılığının, şehrin yaşanabilirliğinin, altyapıların uygunluğunun ve ağ güvenliliğinin uzun süreli etkili olmasının sağlanması ve sürdürülmesidir.

İngiltere İş, Yenilik ve Yetenekler Politikaları Bakanlığı [34]'nın tanımına göre akıllı şehir: daha yaşanabilir, daha dayanıklı ve yeni zorluklarla daha çabuk baş edebilmesi yolunda birçok adımı olan bir süreçtir. Bu tanımda akıllı şehirlerden beklenti vatandaşların ihtiyaçlarına en uygun şekilde kamu veya özel sektör tarafından sunulan hizmetlere katılımının sağlanmasıdır.

Amerika'da ise Enerji Bakanlığı'na bağlı Bilimsel ve Teknik Bilgi Bürosu [34]'na göre akıllı şehir: “Yollar, köprüler, tüneller, raylı sistemler, havaalanları, limanlar, iletişim ağları, su ve enerji kaynakları, hatta başlıca binalar dahil olmak üzere şehrin tüm kritik altyapı koşullarının takip edildiği ve entegre olarak yönetildiği, kaynak kullanımının optimize edildiği, önleyici koruma önlemlerinin planlandığı, güvenlik unsurlarının izlendiği ve vatandaşa hizmetin en üst seviyeye getirildiği şehirlerdir.

Yapılan literatür çalışmasında dijital şehir, akıllı şehir konsepti, akıllı şehir uygulamaları ve akıllı şehir yaklaşımında kullanılan teknolojileri birçok çalışma yer almaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde temel olarak nesnelerin interneti uygulamalarının şehirlere entegrasyonuna ve efektif olarak kullanılmasına odaklanılmıştır. Nesnelerin interneti ile elde edilen gerçek zamanlı mekansal ve zamansal büyük verinin bulut bilişim platformu ile işlenmesi de yapılan çalışmalar arasındadır. Akıllı şehir dönüşümünde Geomatik biliminin önemi ve Geomatik uygulamalarını içeren çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Li [6]'a göre Akıllı şehirlere geçiş sürecine Geomatik perspektifinden bakıldığında ortaya çıkan uygulamaya yönelik temel sorunlar; gerçek zamanlı üretilen

verinin georeferanslanması, mekansal-zamansal verinin 3 boyutlu modellenmesi, GPS verilerinin entegrasyonu, uzaktan algılama ve CBS uygulamalarının mobil cihazlarda kullanılması, mekansal büyük verinin aktarılması ve bulut platformlarında sunulmasıdır. Akıllı şehirlere geçişte CBS'nin önemi ve akıllı şehirlerde toplanan verilerin şehir bilgi sistemine entegrasyonu nasıl gerçekleştirileceği ile ilgili Chenming [35]'nin "The concept, key technologies and applications of temporal-spatial information infrastructure" isimli çalışması bulunmaktadır. Coğrafi Bilgi Teknolojileri (CBT), akıllı şehirlere geçiş sürecinde kilit bir teknoloji olmasına rağmen CBT tabanlı bütünleşik bir akıllı şehir modeli bulunmamaktadır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Temel Kavramlar

2.1.1 Coğrafi bilgi teknolojileri

CBS mekânı tanımlayan grafik (haritalar – nerede sorusunun cevabı) ve grafik-olmayan (öznitelik- ne sorusunun cevabı) verilerinin toplanması saklanması işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerinin tamamını ilişkilerin ve anlama işlemlerinin desteklenerek bilgiye dönüştürülmesi için geliştirilmiş bir bilgi sistemidir [36].

CBS, konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir. CBS'nin temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için en az beş ana unsurun bir arada olması gerekir. Bunlar; donanım, yazılım, veri, insan ve yöntemlerdir. CBS'de vektör ve raster veri modelleri sıklıkla kullanılmaktadır. Vektör veri modellerinde nokta, çizgi ve poligon olmak üzere üç çeşit veri elementi bulunmaktadır. Raster veri modelleri ise piksel olarak adlandırılan hücrelerin birleşiminden oluşmaktadır [36] CBS'nin farklı disiplinlerdeki problemlere çözüm üretmekte kullanılan bir araç olduğuna literatürde birçok kaynak mevcuttur [37].

2.1.2 Kent bilgi sistemleri

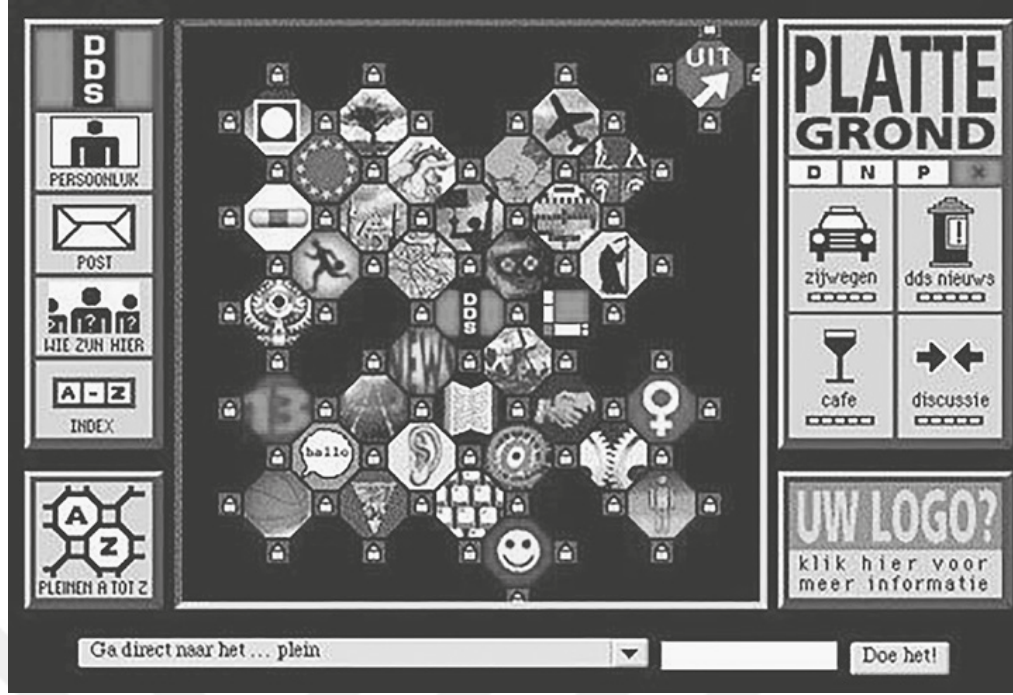
Kent Bilgi Sistemleri (KBS), kentsel faaliyetlerin yerine getirilmesinde optimum-karar verebilmek için ihtiyaç duyulan planlama, altyapı, mühendislik, temel hizmetler ve yönetsel bilgileri hızlı ve sağlıklı bir şekilde irdelemek amacıyla oluşturulan, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'nin kent bazındaki bir uygulamasıdır [38].

Kent bilgisi, alt yapıdan üst yapıya, planlamadan sağlığa, güvenlikten ulaşım, eğitimden turizme kısaca kent hayatındaki tüm olgulardır. Kurumlarca toplanan, saklanan, paylaşılan ve gerektiğinde kamuya sunulan hizmetlerdeki her bir fonksiyon kent bilgisiyle doğrudan ilişkilidir [39].

KBS'ler kentsel faaliyetlerin yerine getirilmesinde optimum karar verebilmek için ihtiyaç duyulan, planlama, mühendislik, eğitim, sağlık, emniyet turizm ve benzeri temel hizmetler ile, yönetsel bilgileri hızlı ve sağlıklı bir şekilde irdelemekte, bilgisayar teknolojisinin yardımıyla, kentin sosyal ve kültürel gelişiminin izlenerek gerekli fiziksel planlama çalışmalarının yönlendirilmesine, kentin alt ve üst yapı tesislerinin bakım-onarım ve yenilenmesine, imar-kadastro-insan-toprak ilişkilerinin kurulmasına, ulaşım-nüfus-suç vb. analizlerin yapılmasına çağdaş bir anlayışla yardımcı olmaktadır [40].

2.1.3 Dijital şehirler

Akıllı Şehirlerin temelini oluşturan en önemli alt yapılardan bir tanesi BİT altyapısıdır. Bundan dolayı dijital şehirlerde var olan BİT altyapısı göz önünde bulundurularak dijital şehirler de çoğunlukla Akıllı Şehir gibi nitelendirilir [19]. Ancak terminolojiye göre bu kavramlar birbirlerinden farklı kavramlar olup birbirleriyle yakın ilişkili kavramlardır. Dijital (Sayısal) kelimesi bir verinin binary sistemde ifade edilmesi anlamına geldiği gibi fiziksel bir olgu sayısallaştırılarak dijitale dönüştürülmesi anlamında da kullanılabilir. Bu dönüşüm sonucu ortaya çıkan ürün dijital olarak adlandırılır. Ishida [20]'nın tanımına göre ortaya konan ilk dijital şehir konsepti, şehirde yaşayan vatandaşların ve şehri ziyaret eden insanların ilgi alanları doğrultusunda etkileşime geçebildiği, bilgi ve deneyim paylaşabildiği herkesin erişimine açık web tabanlı ortak bir platformdur. BİT teknolojilerindeki gelişmelere ile birlikte şehirler "Bağlı Şehir" [21], "Siber Şehir" [22], ve "Dijital Şehir"[23], "Intelligent Şehir" [24], "Akıllı Şehir" [18], 'Hisseden Şehir' [41] olmak üzere isimlendirmişlerdir. Dijital şehir yaklaşımı teknolojinin gelişmesi ile birlikte kamu idaresinde ve hizmetlerinde Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) kullanılması ile yakından ilişkilendirilmiştir. Şehirlerin dijital dönüşümünde, e-devlet sistemi temel yapı taş olarak kabul edilmektedir. İlk dijitalleşme girişiminde bulunan şehirlerin deneyimlerinde şehrin görsel temsili (representation of the city) web ortamında paylaşılmış ve insanların etkileşebildikleri sanal şehir platformu oluşturularak daha akıllı toplum (smart community) inşa edilmiştir.



Şekil 2.1 : Dijital City Amsterdam'1994'te yayınlandı.

Couclelis [40]'e göre Dijital Şehir, gerçek şehrin kapsayıcı bir biçimde sosyal, kültürel, politik ve teorik olarak reproduksiyonu olarak tanımlamıştır. Dijital şehir tanımlarında vatandaşlardan şehir konseptinin içine dahil olmasına rağmen vatandaşın şehre katkısı ve rolü akıllı şehirlere kıyaslandığında proaktif değildir. Dijital şehirlerde ana amaç şehrin verisinin sanal ortamda görselleştirmesi, fiziksel olguların dijitalleştirilmesi ve sanal olarak sunulmasıdır. Vatandaşlar bu sanal şehir ile iletişime geçerek Akıllı Toplum (Smart Community) oluşturulmasına dahil olurlar [41].

2.1.4 Akıllı şehir kavramları

amaç şehrin verisinin Son yıllarda akıllı kent kavramının kullanımı bütün dünyada hızlı bir şekilde yayılmaya başlamış ve birçok metropol ve büyük şehrin gelişim stratejisi olumlu anlamda etkilemiştir [42]. Şehirleşme ve şehirlerde yaşayan nüfusun artması beraberinde şehirde ortaya çıkan problemlerin artmasına neden olmuştur. Şehirleşmenin doğa ve insan üzerinde bıraktığı olumsuzlukların minimize edilmesi, nüfus ve şehirleşme eğiliminin azaltılabilmesi ve daha verimli, yaşanılır şehirler için yeni planlama yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Yerel yönetimler, özel firmalar, sivil toplum kuruluşları ve vatandaşlar hayat kalitesinin artırılması, daha iyi yaşam koşullarının sağlanması ve daha güvenli bir çevre oluşturulması adına akıllı şehir yaklaşımını benimsemişlerdir. Akıllı şehir yaklaşımı ile ilgili Annalisa Cocchia tarafından yapılan tarihsel literatüre baktığımızda akıllı şehir

yaklaşımının ilk defa yirmi yıl önce yapıldığını görmekteyiz [43,44]. Bu kapsamda BİT (ICT) teknolojisini kullanarak şehirdeki yaşam kalitesini iyileştirme yeni bir yaklaşım değildir. 90'lı yılların başından itibaren teknolojinin gelişimine paralel olarak şehirler, bağlı şehir, bilgi şehri, intelligent şehir, dijital, sanal şehir, akıllı şehir ve benzeri terimler ile adlandırılmıştır. "Akıllı (Smart)" kullanımı ilk defa 2000'li yıllarda Holland tarafından kullanılmıştır [18]. Günümüzde "Akıllı şehir" birçok yaklaşımın temel niteliklerini içinde barındıran bir kavram olarak ortaya çıkmasına rağmen henüz genelleşmiş net bir tanımı bulunmamaktadır. Bu çalışmada en çok alıntılama yapılan Akıllı Şehir kavramlarına yer verilmiştir. Teknoloji liderlerinden biri olan IBM'in tanımlamasına göre akıllı şehirler: BİT (ICT), nesnelerin interneti ve bulut bilişim teknolojileri kullanılarak şehirde var olan önemli verilerin toplandığı, analiz edildiği ve verilerin entegrasyonunun sağlandığı şehirlerdir [26]. Caragliu'ya göre bir şehrin akıllı şehir olarak nitelendirilebilmesi için şehirde insana, sosyal sermayeye, toplu taşımaya ve BİT(ICT) iletişim altyapısına yapılan yatırımların halkın katılımı ile sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı desteklemesi, yaşam kalitesinin artırması ve doğal kaynakların etkin olarak kullanımını gerektirmektedir[27].

Taewoo Nam ve Theresa A. Pardo'ya göre akıllı şehirler dijital şehirlerin nesnelerin interneti teknolojisiyle birleştirildiği şehirlerdir. Dijital şehirler geniş bantlı ve servis odaklı mimariye (Service Oriented Computing) dayanarak yenilikçi hizmetler sağlar. Akıllı şehirler ise şehirdeki kaynakların yetersizliği, enerji kıtlığı çevresel problem ve toplum sağlığı gibi problemlerin çözümüne yönelik kendini denetleyen (self-monitoring) ve kendi kendine cevap veren (self-responding) sistemlerdir [28].

21. Yüz yılda şehir yaşamını önemli derecede kolaylaştıran kamu hizmetlerinin, şehirde bulunan nesnelerin ve vatandaşların kusursuz bağlantı ile birbirlerine bağlı oldukları şehir konseptine Akıllı Şehir denir [29]. Sınırları belirlenmiş bir alanda vatandaşlara fayda sağlamak amacıyla hayat kalitesinin artırılması, sosyal dahil edilmenin sağlanması, vatandaş katılımının sağlanması ve çevre kalitesinin geliştirilmesi için BİT, nesnelerin interneti gibi yüksek teknolojiler kullanılan şehirlere akıllı şehirler denir [30].

Hall'e göre akıllı kent, bütün önemli altyapıların, yolların, köprülerin, tünellerin, tren yollarının, metroların, iletişim, su, enerji ve önemli binaların durumunu izleyip sistemlerinin entegrasyonunu sağlayarak kentin kaynaklarının en iyi biçimde

kullanılmasını sağlayan, kentin bakım ve onarım faaliyetlerinin planlamasının sağlandığı ve güvenlik yönüyle şehrin izlendiği yapı olarak tanımlamaktadır [31].

Setis-Eu'ya göre akıllı şehir, su döngüsü, gelişmiş enerji şebeke altyapısı ve mobil teknolojiler kullanarak şehirlerin çevreye olumsuz etkilerini azaltan ve vatandaşların yaşam kalitesini artıran şehirler olarak tanımlamıştır. Avrupa Komisyonu'na göre akıllı şehir: sürdürülebilirlik, ekonomik gelişim ve yaşam kalitesi faktörlerine bağlı olarak tanımlanan ve şekillenen bir kavramdır. Bu tanımda akıllı şehir hedeflerinin fiziki altyapı, beşerî ve sosyal sermaye, bilgi ve iletişim teknolojileri altyapıları aracılığıyla sağlanabileceği vurgulanmaktadır [32].

Uluslararası Standartlar Enstitüsü'ne (ISO) göre akıllı şehir: şehrin planlamasını, yönetimini, inşasını ve akıllı hizmetleri kolaylaştıracak nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri ve entegre coğrafi bilgi sistemleri gibi yeni nesil bilgi iletişim teknolojilerinin uygulandığı yeni bir kavram ve yeni bir modeldir.” ISO'ya göre akıllı şehir oluşumlarının ana hedefi: kamu hizmetlerinin kolaylığının, şehir yönetiminin duyarlılığının, şehrin yaşanabilirliğinin, altyapıların uygunluğunun ve ağ güvenliliğinin uzun süreli etkili olmasının sağlanması ve sürdürülmesidir [33].

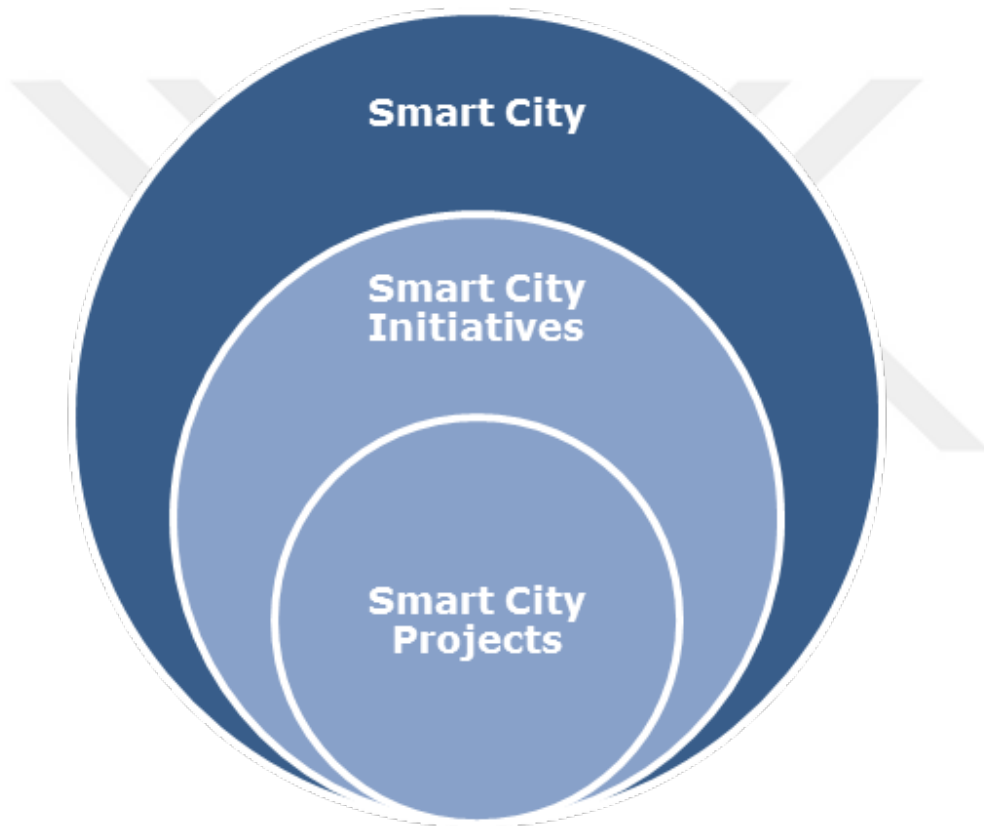
İngiltere İş, Yenilik ve Yetenekler Politikaları Bakanlığı'nın tanımına göre akıllı şehir: daha yaşanabilir, daha dayanıklı ve yeni zorluklarla daha çabuk baş edebilmesi yolunda birçok adımı olan bir süreçtir. Bu tanımda akıllı şehirlerden beklenti vatandaşların ihtiyaçlarına en uygun şekilde kamu veya özel sektör tarafından sunulan hizmetlere katılımının sağlanmasıdır [34].

Amerika'da ise Enerji Bakanlığı'na bağlı Bilimsel ve Teknik Bilgi Bürosu'na göre akıllı şehir: “Yollar, köprüler, tüneller, raylı sistemler, havaalanları, limanlar, iletişim ağları, su ve enerji kaynakları, hatta başlıca binalar dahil olmak üzere şehrin tüm kritik altyapı koşullarının takip edildiği ve entegre olarak yönetildiği, kaynak kullanımının optimize edildiği, önleyici koruma önlemlerinin planlandığı, güvenlik unsurlarının izlendiği ve vatandaşa hizmetin en üst seviyeye getirildiği şehirlerdir [34]. Akıllı kent yaklaşımlarında, etkin kamusal hizmetler ve verimli şehir sistemleri ana temaları çerçevesinde iki önemli nitelik vurgulanmaktadır. Sonuç olarak akıllı şehirler, hızlı nüfus artışı nedeniyle çıkan birçok sorun ve talebin karşılanabilmesi için sınırlı doğal ve finansal kaynakların, BİT, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilişim

teknolojilerinin desteği ve vatandaşların katılımı ile etkin ve verimli bir şekilde kullanılması olarak tanımlanabilir.

2.2 Akıllı Şehirler Temel Bileşenleri

ve vatandaşların katılımı Akıllı şehirlerin en küçük yapı taşları akıllı şehir uygulama projeleridir. Akıllı Şehir ekosisteminde bulunan akıllı şehir girişimleri bütünsel olarak Akıllı Şehirlerin oluşmasını sağlar. Aşağıdaki figürde akıllı şehir, akıllı şehir girişimleri ve şehirler arasındaki ilişki gösterilmektedir. Bu yaklaşımda bireysel girişimlerden şehir seviyesinde akıllı şehre geçiş vardır.



Şekil 2.2: Akıllı şehir projeleri, girişimler ve şehirlerin ilişkisi.

Akıllı şehir yaklaşımının temelinde insan, sosyal sermaye ve BİT altyapısının oluşturulması ve bu öğelerin birbiriyle bağlantılı hale getirilmesi vardır. Akıllı şehir yaklaşımı ile birlikte sürdürülebilir ekonomik kalkınma ve daha iyi yaşam kalitesi sağlamak amaçlanmaktadır. Akıllı şehir; Akıllı Ekonomi, Akıllı Toplum, Akıllı Hareketlilik, Akıllı Yönetişim, Akıllı Çevre ve Akıllı Yaşam olmak üzere 6 temel bileşende incelenebilir [2]. Bu temel bileşenleri göz önünde bulundurularak akıllı şehir olma idealinde geleceğe yönelik kararlı, bağımsız ve farkındalığı yüksek vatandaşları içeren şehirler Akıllı Şehirler olarak tanımlamaktadır.



Şekil 2.3: Akıllı Şehirlerin Temel Bileşenleri.

Akıllı Ekonomi: Akıllı Ekonomi bileşeni ile online ticaret ve online işletmelerin geliştiği, üretkenliğin arttığı, BİT ve ileri düzey teknolojileri kullanarak üretimin yapıldığı ve servislerin sağlandığı, BİT’ye dayalı yenilikçi ürün, hizmet ve iş modellerinin geliştirildiği ekonomi ifade edilmektedir. Akıllı ekonomi ile birlikte akıllı ekosistemler (Dijital işletmeler ve girişimcilik) kurulmaktadır. Akıllı Ekonomi aynı zamanda ulusal ve küresel anlamda tarafların karşılıklı olarak bağlantılı (interconnectedness) olması ile birlikte fiziksel ve sanal olarak ürün, hizmet ve bilgi akışının sağlanmasını gerektirmektedir.

Akıllı İnsan: Akıllı şehir yaklaşımında Akıllı İnsan bileşeni ile BİT teknolojilerinin farkında olan, bu teknolojileri kullanabilen ve eğitim, öğretim, insan kaynakları ve kapasite yönetimine erişimi olan bireyler nitelendirilmektedir. Yenilikçiliğin teşvik edilmesi ve yaratıcılığın geliştirilmesi ile birlikte dahil eden bir toplum oluşturulması hedeflenir. Bu bileşende aynı zamanda insanlar ve topluluklar katılımcı sistemler ile veri girişi yapabilen, veriyi kullanabilen, kişiselleştirilebilen, karar verme sürecine katkı sağlayan ürün ve hizmetlerin oluşturulmasında aktif olarak rol oynayab bireyler olarak değerlendirilmektedirler.

Akıllı Hareketlilik: Akıllı Hareketlilik bileşeni ile ulaşım ve taşıma sistemlerinin BİT teknolojileri ile donatıldığı ve tüm verilerin entegre olduğu bir hareketlilik sistemi tanımlanmaktadır. Akıllı Hareketlilik, güvenli ve bağlantılı bir şekilde tramvay, otobüs, tren, metro, araba, bisiklet ve yaya olmak üzere bir veya birden fazla ulaşım aracı kullanarak taşıma faaliyetlerinin gerçekleşmesi olarak tanımlanmaktadır. Akıllı Hareketliliğin önceliği doğa dostu ve motorsuz araçların kullanılmasıdır.

Vatandaşların hareketlilik ile ilgili ihtiyaç duyabileceği bilgiler gerçek zamanlı olarak vatandaşlar ile paylaşılmalıdır. Akıllı hareketlilik ile birlikte zaman kazanılır, tasarruf yapılabilir ve CO2 emisyonu azaltılabilir. Ulaşım ağ yöneticileri vatandaşlardan gelen geri dönüşler ile taşıma hizmetlerini geliştirebilir.

Akıllı Yönetişim: Akıllı yönetim ile şehirdeki yönetimin, kamusal hizmetlerin ve etkileşimin BİT teknolojileri entegre bir sistem(e-devlet) kullanılarak sağlanması olarak tanımlanır. Halkın, özel kurumların, sivil toplum kuruluşlarının ve devlet kurumlarının ihtiyaçları doğrultusunda iletişime geçebilmeleri ve ihtiyaçlarını giderebilmesi hedeflenmektedir. Akıllı yönetişimin sağlaması devlet kurumlarının, özel kurumların ve sivil toplum kuruluşlarının ve diğer tüm paydaşların akıllı şehir yaklaşımının amaçları doğrultusunda iş birliği kurması gerekmektedir. Şeffaflık, BİT ve açık verinin kullanımının yaygınlaştırılması ve e-devlet sistemleri kullanılarak halkın karar verme sürecine dahil edilmesi Akıllı şehir yaklaşımının amaçlarındandır.

Akıllı Çevre: Sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı, BİT teknolojileri entegre edilmiş şebeke sistemlerine sahip, kirlilik kontrolü ve denetlemesinin yapıldığı, binaların ve tesislerin restore edildiği, yeşil binalara sahip, yeşil şehir planlamasının olduğu ve enerjinin verimli olarak kullanıldığı çevre Akıllı Çevre olarak nitelendirilmektedir. Bunun yanında şehirde sokak aydınlatma sistemi, katı atık yönetim tesisi, drenaj sistemi ve su kaynağı sistemlerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve kaynakların kullanımının minimize edilmesi gerekmektedir. Su kalitesinin artırılması ve kirliliğin azaltılması iyi örnek olarak paylaşılabilir.

Akıllı Yaşam: Akıllı yaşam, BİT teknolojilerinin etkin olarak kullanıldığı yaşam, davranış ve tüketim biçimidir. Aynı zamanda Akıllı yaşam kültürel olarak dinamik, çeşitli kültürel imkanlarına sahip, kaliteli konut imkanlarının var olduğu bir şehirde sağlıklı ve güven içinde yaşamaktır. Sosyal uyum ve sosyal sermayenin de yüksek seviyede olması hedeflenmektedir.

Akıllı şehirlerin temel bileşenleri ve her bileşene ait değerlendirme faktörleri kullanılarak akıllı şehirlerin performansları değerlendirilmektedir.

Akıllı Ekonomi (Rekabetçilik)'e ait performans göstergeleri; yenilikçi ruh, girişimcilik, üretkenlik, işgücü piyasasının esnekliği, uluslararası uyumluluk, ekonomik imaj ve markalardır.

Akıllı Toplum (Sosyal ve Beşerî Sermaye)'e ait performans göstergeleri; kalifiye seviyesi, hayat boyu öğrenmeye eğilim, sosyal ve etnik çeşitlilik, esneklik /yaratıcılık, halkın katılımı, kozmopolitlik ve açık fikirliliktir.

Akıllı Yönetişim (Katılımcı)'e ait performans göstergeleri; halkın karar verme sürecine katılımı, kamu ve sosyal hizmetler, şeffaflık, politik stratejiler & perspektiflerdir

Akıllı Hareketlilik (Ulaşım ve BİT)'e ait performans göstergeleri; ulusal erişilebilirlik, uluslararası erişilebilirlik, BİT altyapısının mevcudiyeti, sürdürülebilir, yenilikçi ve güvenli ulaşım sistemlerdir

Akıllı Çevre (Doğal kaynaklar)'e ait performans göstergeleri; doğal koşulların çekiciliği, kirlilik, çevre koruması, ve sürdürülebilir kaynakların yönetimidir

Akıllı Yaşam (Yaşam Kalitesi)'e ait performans göstergeleri; kültürel hizmetler , sağlık koşulları, bireyin güvenliği, konaklama kalitesi, eğitim imkanları, turistik çekicilik ve sosyal uyumdur.

2.2.1 Akıllı şehirlerde kullanılan BİT teknolojileri ve altyapı

2.2.1.1 Açık veri (Open Data)

Herhangi bir telif hakkı, patent ya da diğer kontrol mekanizmalarına tabi olmaksızın herkes tarafından ücretsiz ve özgürce (hukuki, finansal, teknik engel olmaksızın) erişilebilen ve kullanılan veri açık veri olarak tanımlanmaktadır [19]. Temel olarak açık veri üçüncü kişiler tarafından ücretsiz bir şekilde erişilebilir, işlenebilir, kullanılabilir, değişiklik yapılabilir ve tekrar paylaşılabilir veri demektir.

Açık verinin temel şartları; ücretsiz ve kısıtsız olmalı, her zaman ve her yerden erişime açık olmalı, küresel katılımın sağlanması, insan tarafından anlaşılabilir ve makine tarafından okunabilir olmalı ve açık veri standartlarına uygun olmalıdır. Açık veri herkes tarafından ücret ödmeden erişilebilen, kullanabilen ve paylaşılabilen veridir. Anlık trafik verisi, anlık toplu taşıma zaman verisi, eğitim verileri ve diğer tüm istatistikler açık veriye örnek olarak verilebilir.

Açık Devlet, devlet kurumlarının sahip olduğu verilerin ve enformasyonların devlet tarafından ya da devletin kontrolü altında bulunan kurumlar tarafından halka şeffaf

olarak paylaşılmasıdır. Açık veriye ücretsiz online ulaşılabilinmelidir. Bu veriler kısıtlamalar olmaksızın kullanılabilinmelidir ve dağıtılabilinmelidir [44].

Açık devlet yapısında paylaşılması gereken açık veri türleri aşağıdaki gibidir;

- Şirketlerle ilgili veriler
- Suç ve adalet istatistikleri
- Gözlem verileri
- Eğitim verileri
- Finans ve sözleşme verileri
- Yer/mekan verileri
- Küresel kalkınma verileri
- Hesap verebilirlik ve demokrasi ile ilgili veriler
- Sağlık verileri
- Bilim ve araştırma verileri
- İstatistikler
- Toplumsal hareketlilik ve kalkınma verileri
- Ulaşım ve altyapı verileri [45]

Türkiye’de uluslararası örneklere benzer bir “data.gov” portalı mevcut değildir. Ancak, Resmi İstatistik Programı(RİP), kapsamında ulusal istatistik ve veri setlerinin belirlenen standartlarda hazırlanması ve yayınlanmasına yönelik çalışma mevcuttur. Bu çalışma kapsamında resmistatistik.gov.tr isimli portal oluşturulmuştur. Bu portal üzerinden resmi olarak sağlanan tüm istatistiklere açık erişim sağlanabilmektedir [46].

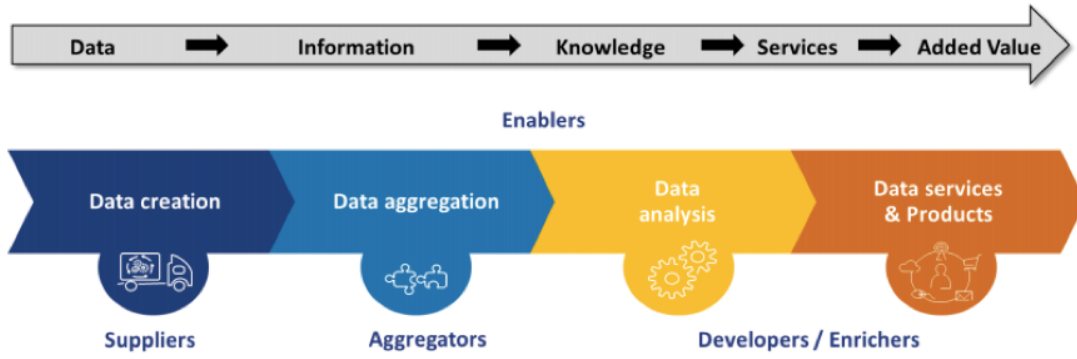
Türkiye’de açık veri kullanımına yönelik uygulamalar kısıtlı olmakla birlikte farklı örnekler söz konusudur. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından hava tahminleri, iklimlendirme modelleri gibi üretilen veriler kurum tarafından arşivlenmektedir. Kurum tarafından Global Telecommunications’a gönderilen verilerin anlaşılır olması sebebiyle bu veriler açık veri kapsamında değerlendirilmektedir. Ek olarak bu veriler GPS kodunda iletilmekte, sistemler veriyi anlaşılabilir hale çevirmektedir. Diğer bir örnek te Gaziantep Şahinbey Belediyesi bir Açık Veri Portalı oluşturarak 18 adet veri kümesi gruplamasında test yayınına başlanmıştır [46].

Açık verinin kullanılması yaygınlaştırılması kamu hizmetlerinin geliştirilmesi, inovasyon ve ekonomik değerin artması, verimlilik ve şeffaflık açısından çeşitli kazanımlar sunmaktadır. Açık verinin kullanılması ile birlikte kamu hizmetlerinin daha kaliteli bir şekilde sunulabilir ve yeni hizmetlerin geliştirilmesine katkı sağlanabilir. Açık veri kullanımı ile birlikte kamu kurumları ile vatandaş arasında iş birliğinin sağlanmakta ve Kamu hizmetlerinin değerlendirilebilir hale gelmektedir. Aynı zamanda açık veri kullanımı ile birlikte özel sektörün gelişimine katkı sağlanmaktadır [47].

Açık verinin erişilebilir olması akıllı kentlere geliştirilmesi ve iyileştirilmesindeki en temel noktalardan bir tanesidir. Günümüzde Dünya’da ve Avrupa’da birçok ülke açık veri kullanımının getirdiği değerin farkına varmıştır ve açık veri kullanımına yönelik stratejilerini geliştirmektedirler. Bu verilerin paylaşılmasında devlet kurumları ve devlet kurumları arasındaki iş birliği büyük önem arz etmektedir. Başta Amerika ve İngiltere olmak üzere diğer birçok Avrupa ülkesi şehir planlama, altyapı ve üst yapı, turizm ve ulaşım verilerini açık veri portallarında vatandaşları ile paylaşmaktadır. Gerçek zamanlı verilerin paylaşılmasının önemi gün geçtikçe artmakta ve günlük hayatta kullandığımız birçok mobil uygulamada kullanılmaktadır. Aynı zamanda yerel yönetimlerde açık veri ve vatandaş katılımı ile veri toplama metodunu kullanarak şehirde ortaya çıkan çevre ve hava kirliliği, trafik sıkışıklığı, su kalite kontrolü ve su sızıntısı gibi birçok problemin üstesinden gelebilirler.

Akıllı kent konseptinde yer alan akıllı cihazların şehrin çeşitli bölgelerine yerleştirilmesi ile birlikte şehre ait birçok veri toplanmaktadır. Toplanan bu açık verilerin açı veri portallarında paylaşılması ile özel sektör, kamu kurumları ve yeni girişimcilerin kentin karşılaştığı problemleri analiz ederek çözümler üretmesine olanak sağlamaktadır. Bu yaklaşım veri odaklı bir yönetim mekanizmasına ihtiyaç duymaktadır. Örnek verecek olursak trafik ışıklarına yerleştirilen sensörler aracılığıyla trafik yoğunluğu ölçülüp trafik optimizasyonu yaparak vatandaşların hayat kalitelerinin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Kentin birçok yerine yerleştirilen sensörlerin topladığı veriler sayesinde suç oranları düşürülebilir ve şehir planlaması iyileştirilebilir. Kentin karşılaştığı sorunların çözümüne yönelik akıllı kent uygulamaların geliştirilmesi de BİT’nin ve açık veri kullanımına dayanmaktadır. Akıllı kentlerin en önemli amaçlarından bir tanesi kentin verilerine ve istatistiklerine açık erişim sağlayarak bağlı ağ ve altyapı (connected networks and infrastructure) ile

birlikte etkin bir kent yönetimi sağlamaktır. Bu sebeple akıllı kente geçiş sürecindeki en öncelikli adımlardan bir tanesi kent verilerinin vatandaşlara ve diğer paydaşlara erişiminin mevcut olmasıdır. Verilerin açık bir şekilde paylaşılması sürecindeki en büyük engel açık veri kullanımının getireceği kazanımların farkında olunmamasıdır. Açık veriler paylaşıldığı takdirde verilere anlam kazandıracak ve toplumun hayat kalitesini artıracak bir araç haline geleceklerdir.

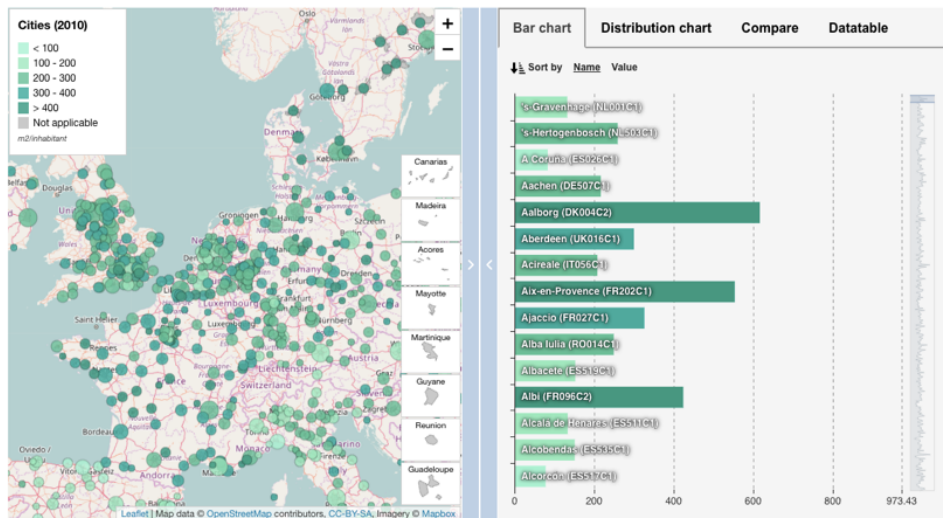


Şekil 2.4: Veriden anlamlı bilgi edinilmesi süreci.

Günümüzde kent yaşamını kolaylaştırmak ve hayat kalitesini arttırmak adına geliştirilen açık veriye dayalı birçok başarılı uygulama bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda anlatılmıştır.

Urban Data Platform: Şehir Veri Platformu

Avrupa Komisyonu tarafından geliştirilen Urban Data Platform, karşılaştırma ve analize yapmaya olanak sağlayan bir açık veri paylaşım platformudur. Bu platform sayesinde Avrupa Birliği ülkelerine ait birçok veri bölgesel ve ulusal olarak görselleştirilip kıyaslanabiliyor [48].

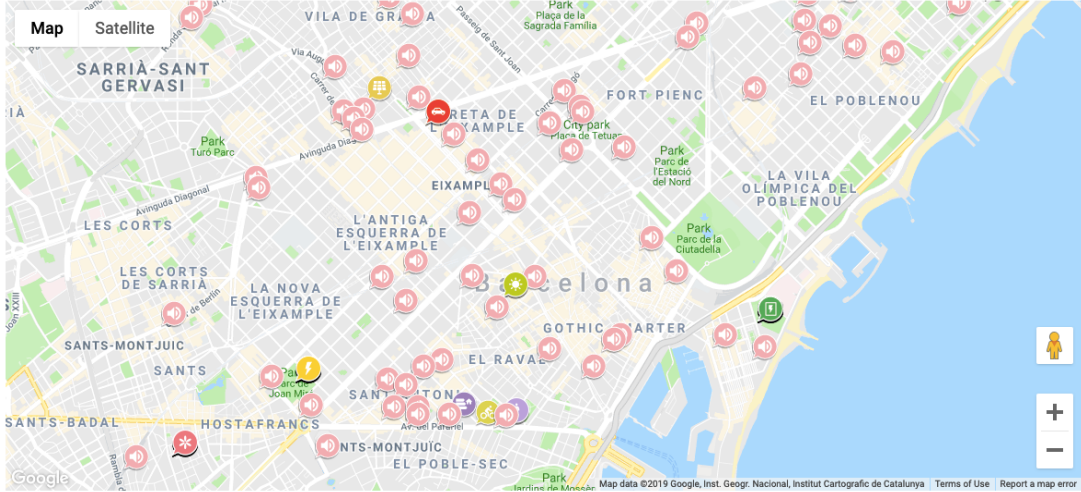


Şekil 2.5: Yerleşim, sanayi ve ticari amaçla kullanılan alanlara düşen insan sayısı.

Sentilo Platform

Akıllı şehirlere geçişteki en büyük engellerden birisi olan farklı kurumların farklı veri tabanlarını kullanıyor olmasıdır. Farklı veri tabanlarının olması kent verilerinin entegre olmaması ve farklı tekrara sebep olmaktadır ve alt yapı yatırımlarının gerçekleştirilmesi için veri birlikteliğinin sağlanması maliyetli olmaktadır. Verilen global bir platformda toplanarak farklı kurumlar tarafından kullanılması ile bu problemin üstesinden gelinir.

Sentilo, kente bulunan tüm sensör verilerinin tek bir platformda toplandığı ve API (Application Programming Interface) ile birlikte farklı kurumların ve vatandaşların kullanımına sunulmaktadır. Ayrıca Sentione açık kaynak kodlu bir platform olup yazılım geliştiriciler tarafından katkı sağlanarak geliştirilmektedir [49].



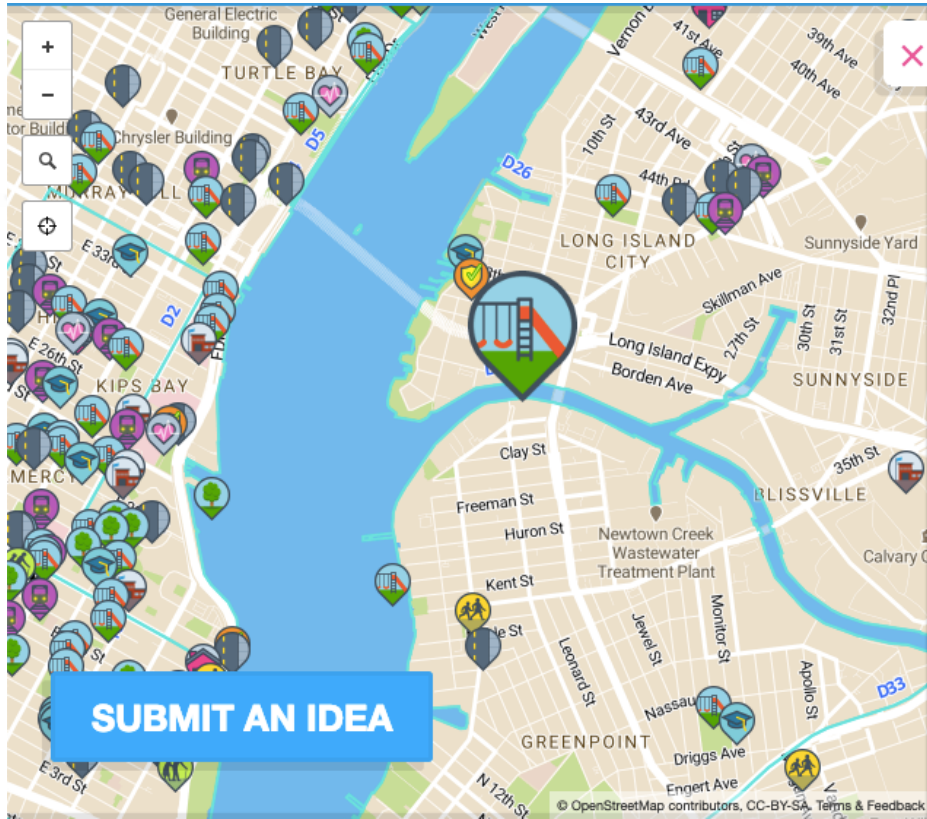
Şekil 2.6: Sentilo Sensör Haritası.

Baltimore Open Air project

Sentilo Sensör Haritası Baltimore Open Air projesi kapsamında Maryland kentinin Baltimore bölgesine 250 adet hava kalite kontrol sensörü yerleştirilmiştir. Bu sensör aracılığıyla Baltimore bölgesinin farklı kesimlerinde anlık olarak sıcaklık, nem, ozon, nitrojen dioksit ölçümü yapılmaktadır. Yapılan ölçümler anlık olarak projenin internet adresinde paylaşılmaktadır. Proje kapsamında iklim değişkenleri izlenmektedir. Bölgedeki hava kalitesini artırmaya yönelik projeler için iyi bir fizibilite platformu olarak kullanılmaktadır [50].

New York Participatory Budgeting

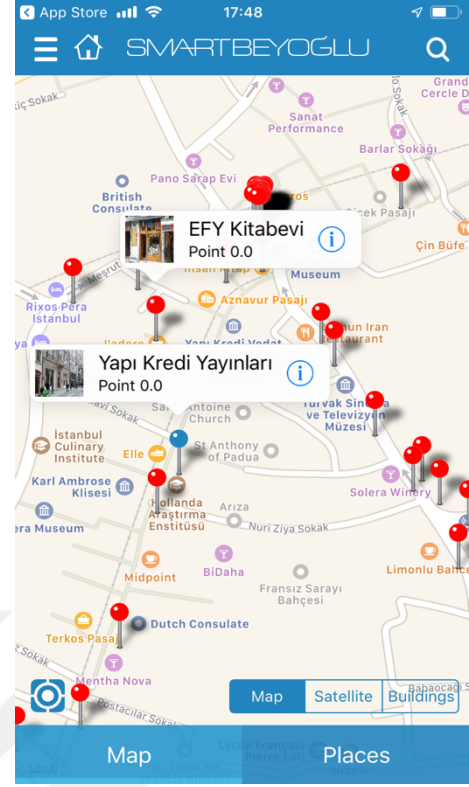
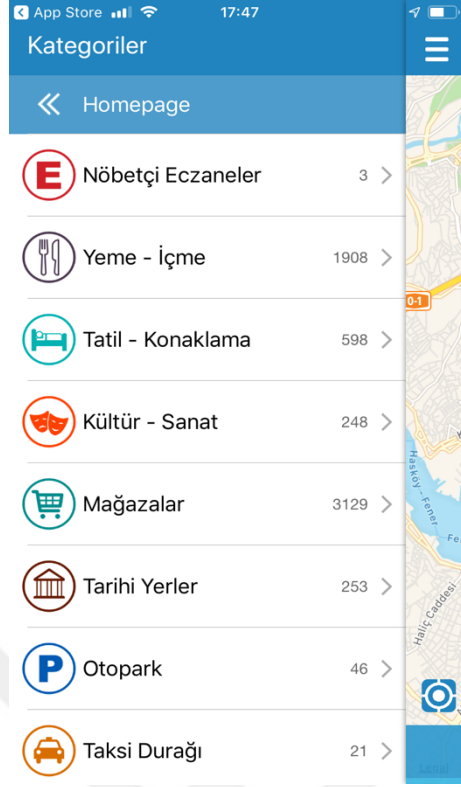
New York Belediyesi'nin halk katılımlı bütçe harcama platformu olan 'Participatory Budgeting' platformu aracılığıyla kent sakinleri belediyenin bütçesinin bir milyon dolarlık kısmının nasıl harcanabileceğine dair fikirlerini mekansal olarak paylaşmaktadırlar. Paylaşılan fikirler harita üzerinde işaretlenerek diğer vatandaşlar tarafından oylanmakta ve en fazla oyu alan projenin uygulanması gerçekleştirilmektedir [51].



Şekil 2.7: New York Paylaşımli Bütçe Dağılımı.

Smart Beyoğlu

Smart Beyoğlu uygulaması Beyoğlu Belediyesi'nin sistemindeki tüm işlemleri tek platforma topladığı bir mobil uygulamadır. Smart Beyoğlu uygulaması ile Beyoğlu'ndaki otuz bin binada ve on dokuz bin işyerinde barkod uygulaması ile birlikte bu bilgiler vatandaşın kullanımına sunulmaktadır. Her bir işletme sahip olduğu barkod ile denetlenebiliyor ve vatandaş işletmeye ait bilgileri yine bu barkod ile sorgulayabiliyor. Aynı zamanda vatandaşlar uygulamayı kullanarak temizlik, yeme içme belediye hizmetleri, konaklama ve diğer seçenekleri uygulama üzerinden sorgulama yapıp bilgi alabiliyor [52]



Şekil 2.8: Akıllı Beyoğlu Arayüzü.

Data.gov (Amerika Birleşik Devletleri)

Amerika’da 2009 yılında 190000 veri seti açık veri olarak internet ortamında halkın ve ihtiyaç duyan her bir internet kullanıcısının kullanımına sunulmuştur. Bu veri setleri ile birlikte birçok uygulama geliştirilmesine katkı sağlanmıştır. Açık veri indeksleme Open Data Barometer Index’ine göre Amerika 2. Sırada yer almaktadır. Devlet elinde bulunan bilgilerin %92’sini açık veri seti halinde data.gov sitesinden paylaşmaktadır [53].



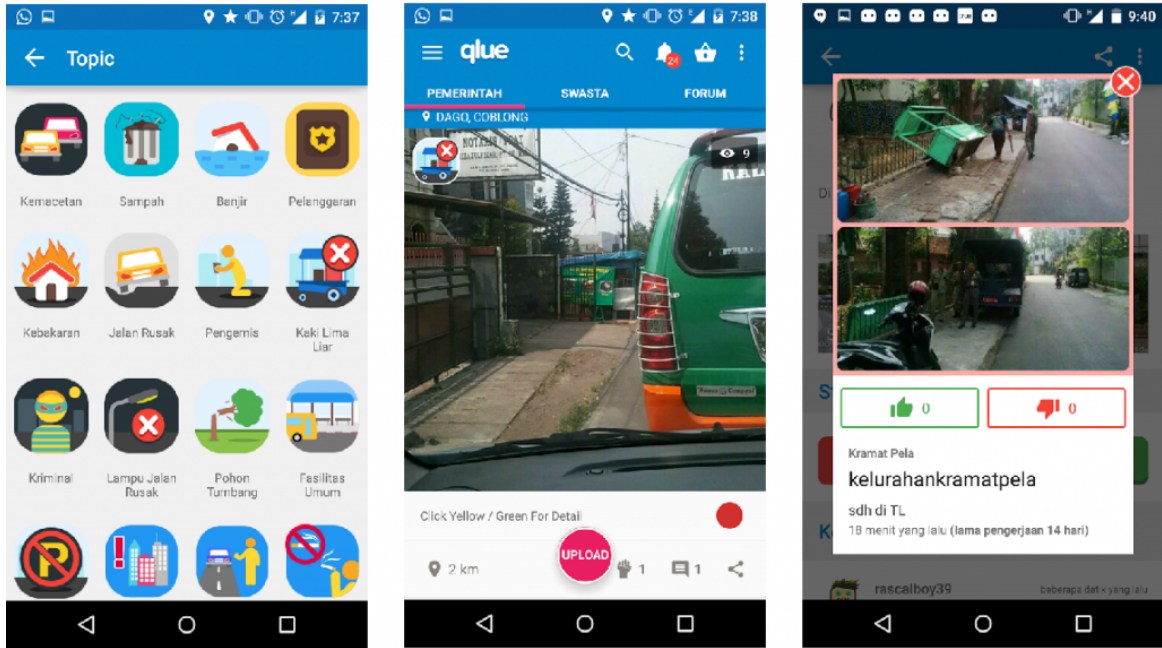
Şekil 2.9: Dava.gov veri temaları

Trafikverket (İsveç)

Trafikverket platformu anlık trafik verisini özel girişimlere ve vatandaşları ile ücretsiz olarak paylaşmaktadır. Bu platformun sağladığı veriyi kullanılarak ulaşım çözümü tavsiyesi veren birçok mobil uygulaması bulunmaktadır [54].

Qlue My City (Endonezya)

Harita tabanlı olan bu platform vatandaşların anlık olarak şikayetlerini lokasyon bazlı olarak yetkililer ile paylaşmasına olanak vermektedir. Lokasyona bağlı olarak bölgesel veya yerel yönetim yetkilileri bu şikayetleri analiz edip gerekli iyileştirmeleri yapmaktadırlar [55].

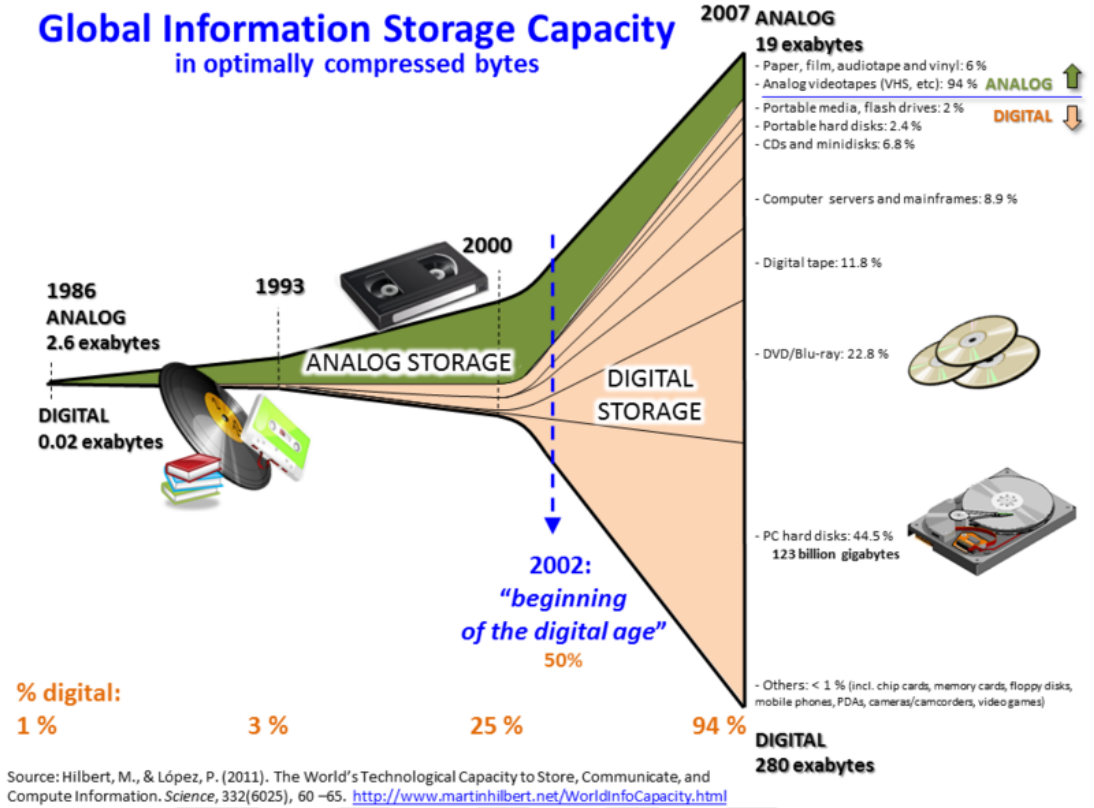


Şekil 2.10: Qlue My City uygulaması ara yüzü.

2.2.1.2 Büyük veri

Günümüzde insan ve finansal kaynak gibi veri de ekonomiyi ve toplumumuzu etkileyen önemli bir kaynak haline gelmiştir. IBM'in hesaplamasına göre her gün 2.5 kentilyon byte veri üretilmektedir. Günümüzde var olan verilerin %90'nı son iki yılda üretilmiştir. Bu üretilen verilere mekansal, istatistiksel, hava durumu, ulaşım, enerji tüketimi, sağlık verileri ve sosyal medya postlarını dahil edebiliriz. Üretilen yüksek hacimdeki bu verilere anlam kazandırılmaya çalışılması yenilikçi teknolojilerin ve analiz araçlarının geliştirilmesine ön ayak olmuştur.

Global Information Storage Capacity in optimally compressed bytes



Şekil 2.11: Küresel Veri Depolama Kapasitesi.

Çok kısa bir süre içerisinde farklı kaynaklar aracılığıyla üretilen yüksek hacimli verilere büyük veri denir. Büyük veriler insanlar veya cihazlar tarafından üretilebilir. Sensörler tarafından toplanan iklim verileri, uydu görüntüleri, fotoğraflar, videolar, alışveriş kayıtları ve GPS sinyalleri cihazlar tarafından üretilen veriye örnek olarak verilebilir. Bilişim endüstrisi araştırma grubu Gartner, büyük veriyi, gelişmiş karar almayı sağlama, süreç optimizasyonu ve bilgi keşfi için yeni işlenme biçimlerine gereksinim duyan, yüksek hacimli, yüksek hızlı ve/veya yüksek çeşitliliğe sahip bilgi kaynakları olarak tanımlamıştır [56]. International Data Corporation (IDC) ise büyük veriyi; yüksek hızla gelen, büyük hacimdeki ve çok çeşitli verilerden ekonomik değer ortaya çıkaran yeni nesil teknoloji olarak tanımlamıştır [57].

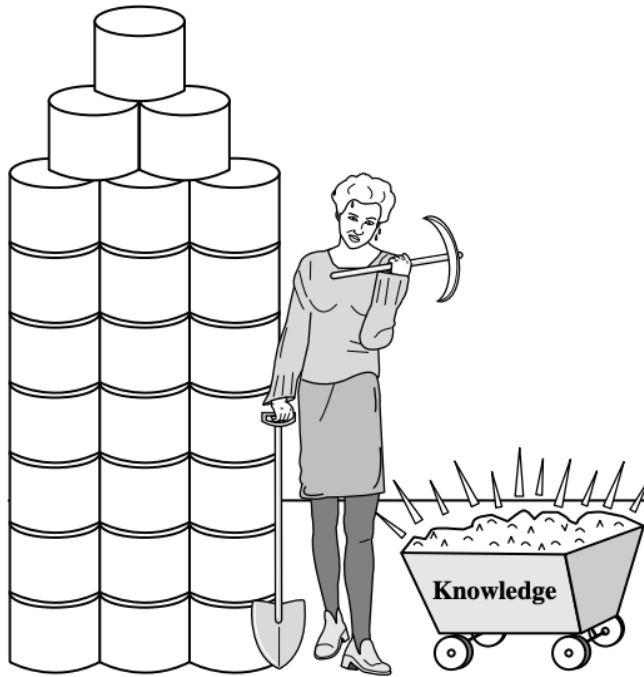
National Institute of Standards and Technology (NIST) ise büyük verinin bu 3 karakteristik özelliğine vurgu yaparak; verimli depolama, manipülasyon ve analiz için ölçeklenebilir bir mimari gerektiren, öncelikli olarak hacim, hız, çeşitlilik ve/veya değişkenlik karakteristiklerine sahip kapsamlı veri setlerinin büyük veri olarak nitelendirilebileceğini kaydetmişlerdir [58].

Büyük veri enerjiden sağlığa birçok alanda üretilmektedir. Büyük veriden yeni bir değer ortaya çıkarılma basamaklarının her birinde büyük veriye anlam kazandırmak

gelecek ekonominin merkezinde olacağı öngörülmektedir. Büyük verinin etkili kullanımı ulaşımdan sağlığa imalattan enerji sektörüne birçok fırsatı sağlayacaktır.

Büyük veri farklı karakteristik özellikleri ile de açıklanabilir. Bu karakteristik özellikler hacim, çeşitlilik, veri üretim hızı ve verinin doğruluğudur. Hacim; üretilen ve saklanan verinin miktarı verinin hacmini oluşturur. Oluşturulan verinin boyutuna göre bu veriden anlamlı bir bilgi veya öngörü oluşturabilme kriterine göre veri büyük veri olarak kabul edilir. Çeşitlilik; büyük verinin etkin olarak analiz edilebilmesi ve öngörü ortaya çıkarılması için verinin çeşitliliği önemli bir kriterdir. Örneğin fotoğraf, metin, ses ve videodan oluşan bir veri seti veri tümleştirme yöntemi ile tamamlanıp analiz edilebilir. Hız; büyük veride verinin üretilme sıklığı, verinin işleme ve verinin yayınlanma hızı olarak sınıflandırılmıştır. Büyük veri genellikle gerçek zamanlı olarak bulunur. Doğruluk; verinin kalitesi ve veriden elde edilecek değerin doğruluğudur.

Büyük verinin karakteristik özelliklerinden dolayı geleneksel teknolojiler kullanılarak anlamlı bilgi edilmesi oldukça zordur. Bu nedenle büyük veriyi daha etkin kullanabilmek amacıyla çeşitli gelişmiş analiz metotları ve algoritmalar geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri olan veri madenciliği, büyük veri tabanlarındaki verileri ve yapıyı açığa çıkarmak için çok sayıda veri analizi aracını kullanan bir süreçtir [44]. Büyük verilerden anlamlı bilgi elde edilme sürecine veri madenciliği denir.

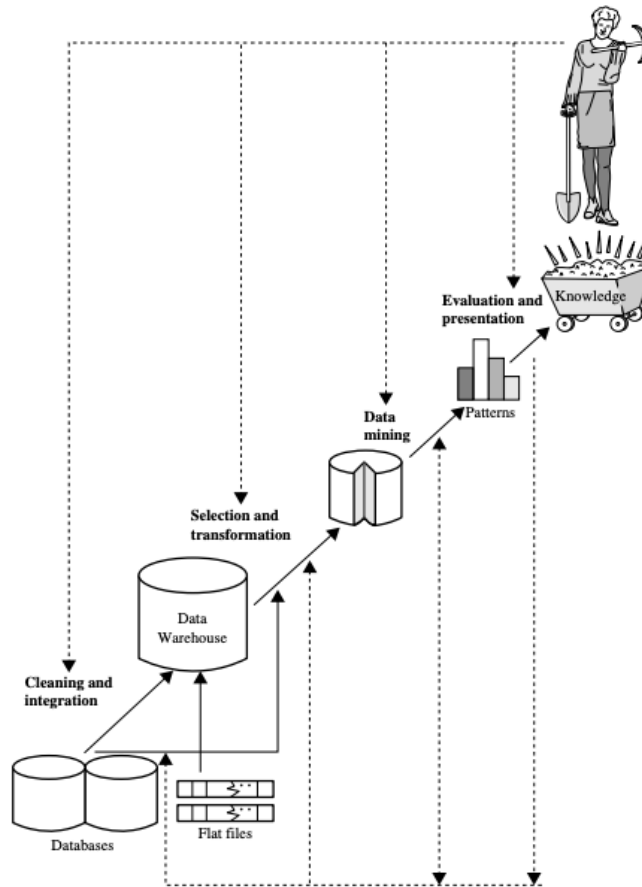


Şekil 2.12: Veri Madenciliği.

Veri madenciliği birbirini takip eden bir dizi işlemten oluşmaktadır. Bu işlem basamakları aşağıdaki gibidir.

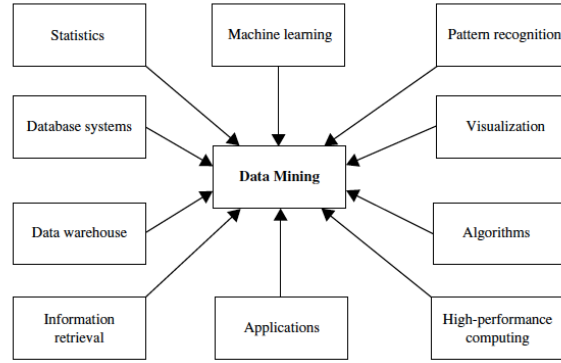
1. Verinin temizlenmesi (hatalı ve tutarsız verilerin silinmesi)
2. Verilerin entegrasyonu (farklı kaynaklardan elde edilen verilerin entegre edilmesi)
3. İlgili veri dizininin seçilmesi
4. Verilerin kümelenerek işlenmeye uygun hale dönüştürülmesi
5. Veri madenciliği (büyük verilerden örüntüler tespit edilerek anlamlı bilgi elde edilmesi işlemi)
6. Örüntülerin değerlendirilmesi
7. Elde edilen anlamlı bilgilerin görselleştirilmesi ve sunulması

Tüm basamaklar büyük veriden anlamlı bilgi elde edilmesi sürecini göstermektedir [59].



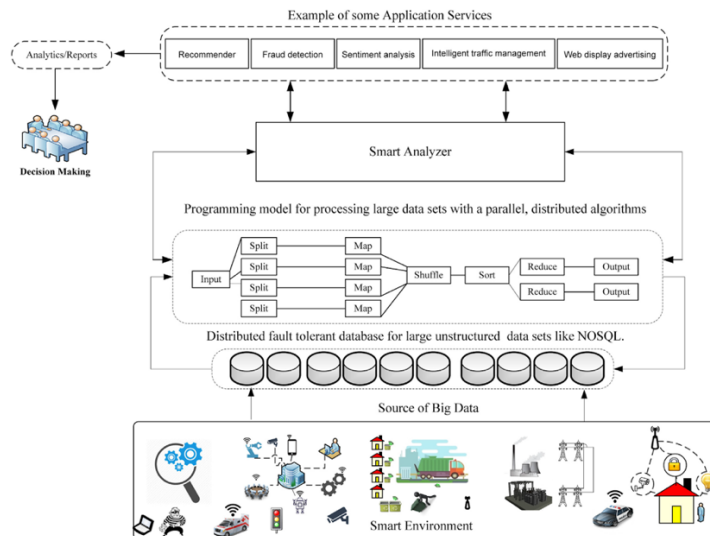
Şekil 2.13: Veri Madenciliği işlem adımları.

Veri madenciliği; istatistik, makine öğrenmesi, örüntü tespiti, veri tabanı teknikleri, görselleştirme, algoritma, yüksek performanslı hesaplama gibi alanları da içinde barındıran süreçtir. Veri setinin türüne ve büyük veri analizinin amacına göre bu teknikler kullanılabilir [59]. Bu teknikler aşağıdaki figürde gösterilmiştir. Ancak bu teknikler uygulandıktan sonra veriden bilgi elde edilebilir.



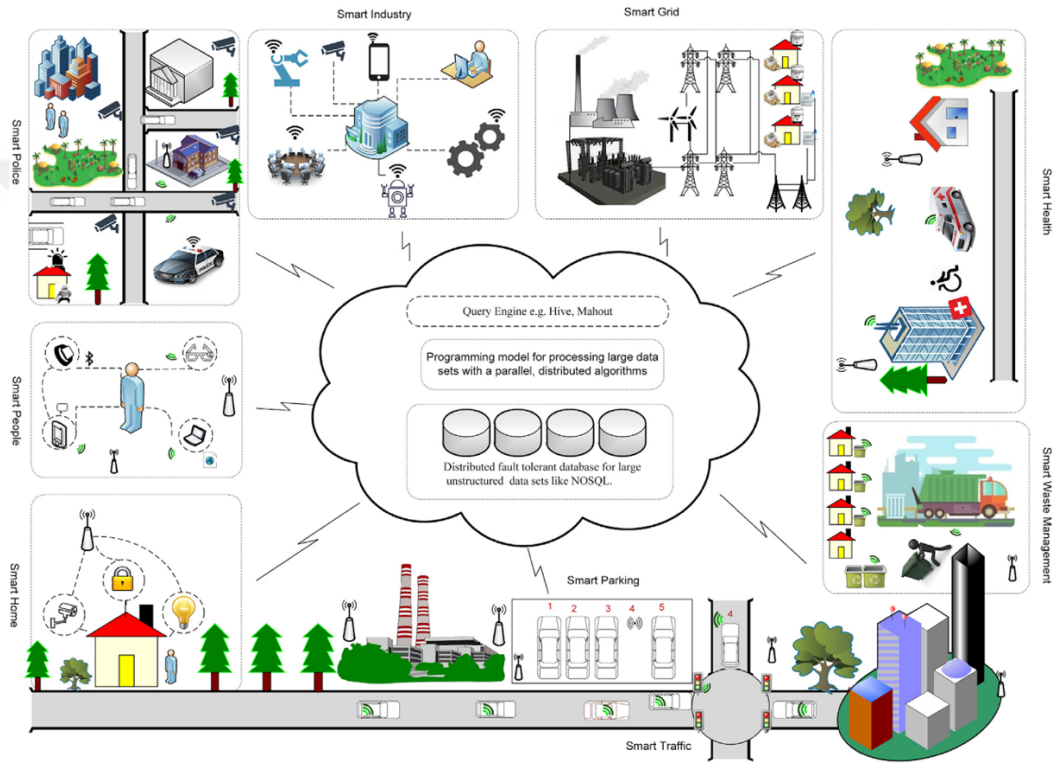
Şekil 2.14: Veri Madenciliği teknikleri.

Veri madenciliği, akıllı kent konseptinde farklı kaynaklardan elde edilen verilerin analiz edilerek karar verme sürecine katkı sağlayan etkili bir yöntemdir. Akıllı şehir için büyük veri teknolojilerinin uygulanması, yeni akıllı şehir hizmetlerini geliştirebilecek bilgiler üretmek için verimli veri depolama ve işlemeye olanak sağlar. Büyük veri, karar vericilerin kentin kaynaklarını yönetilmesi ve gelecek planlarını yapmasında karar vericilere kolaylık sağlar. Aşağıdaki figürde akıllı şehirlerde farklı alanlarda toplanan büyük verinin üretilmesi, depolanması ve işlenmesi süreci gösterilmiştir.



Şekil 2.15: Akıllı Şehirlerde farklı alanlarda toplanan büyük verinin üretilmesi, depolanması ve işlenmesi süreci.

Akıllı kent olma yolunda her kentin yapması gereken temel uygulamalardan birisi gerçek zamanlı veri toplayacak sensörlerin şehrin alt ve üst yapısına tesis edilmesidir. Tesis edilen bu sensörlerden elde edilen büyük veriler gelişmiş analiz metotları kullanılarak kentin izlenmesi ve gelecekte kent hakkında karar alınmasında karar vericilere kolaylık sağlamaktadır [60]. Akıllı kentler, veri madenciliği, nesnelerin interneti ve bulut bilişim teknolojilerini kullanarak gerçek zamanlı olarak kamu hizmetleri, güvenlik, sağlık hizmetleri ve çevre korunması ile ilgili ihtiyaçlara cevap verebilir nitelik kazanmıştır [61].



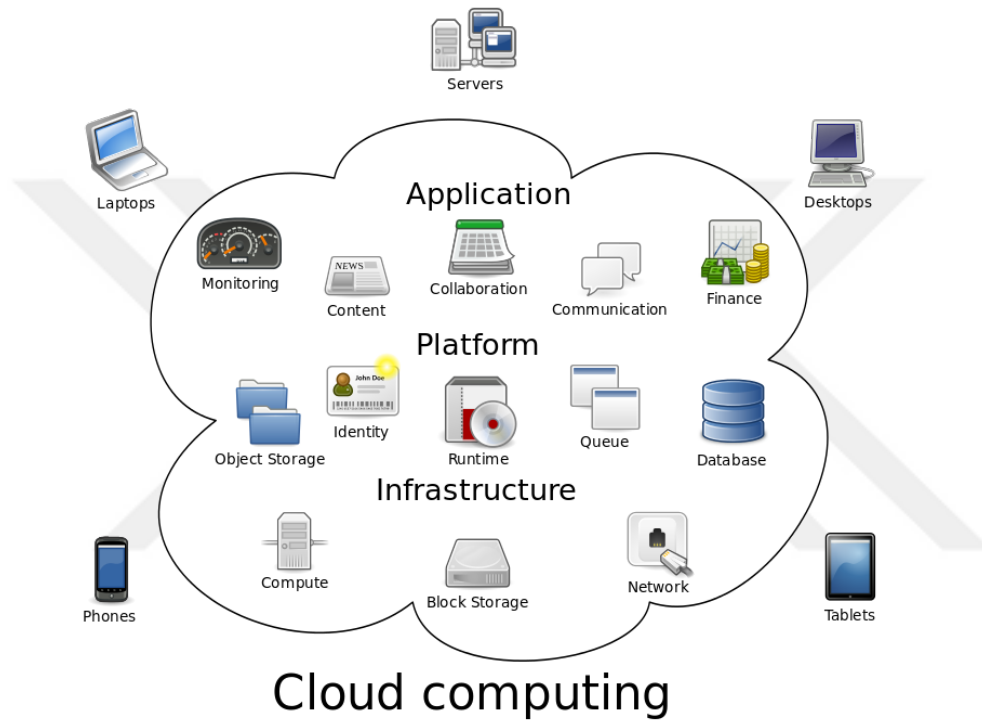
Şekil 2.16: Akıllı Şehirler Elde Edilen Verilerin Şeması.

2.2.1.3 Bulut bilişim (Cloud Computing)

NIST tarafından oluşturulan söz konusu tanıma göre; “Bulut bilişim, yapılandırılabilir bilişim kaynaklarından oluşan ortak bir havuza, uygun koşullarda ve isteğe bağlı olarak her zaman, her yerden erişime imkân veren bir modeldir. Söz konusu kaynaklar (bilgisayar ağları, sunucular, veri tabanları, uygulamalar, hizmetler vb.) asgari düzeyde yönetimsel çaba ve hizmet alıcı-hizmet sağlayıcı etkileşimi gerektirecek kolaylıkta tedarik edilebilmekte ve elden çıkarılabilmektedir [62]. Bulut Bilişim bir ürün değil bir hizmetin ortak adıdır.

Bulut bilişim, kullanıcıların hesaplama, depolama ve uygulamalar gibi çeşitli bilişim hizmetlerine bu bilgilerin nerede depolandıklarını ve bu uygulamaların hangi

sunucularda çalıştıklarını ve teknik olarak nasıl yapılandırıldıklarını bilmeksizin internet üzerinden erişimleri modeli olarak tanımlanabilir. Bulut genellikle interneti temsil eden bir metafor olarak kullanıldığından bu bilişim modeli bulut bilişim olarak adlandırılmıştır [63]. Bulut bilişim modeli sayesinde ölçeklenebilir donanım ve yazılımlar kullanılarak bilgisayarların kapasiteleri daha etkin bir şekilde kullanılabilir hale gelmiş ve kullanıcılar bilişim teknoloji uygulamalarını daha hızlı ve daha düşük maliyetlerle hayata geçirebilmektedirler [64].



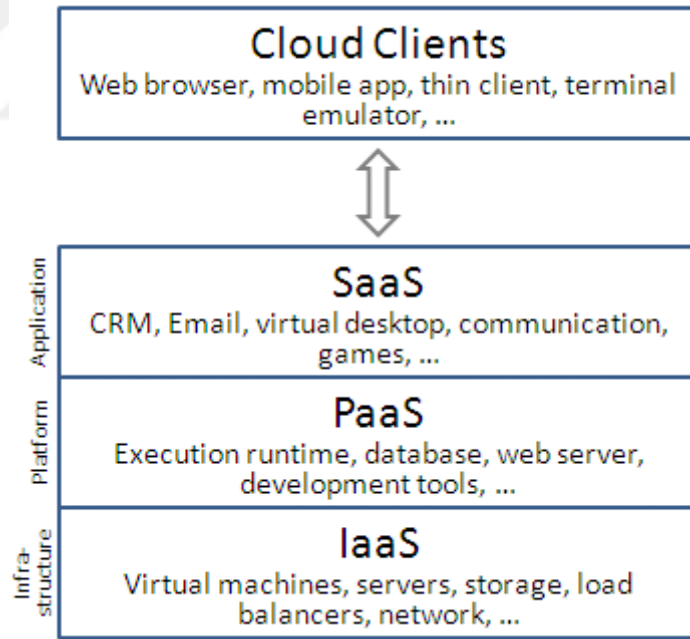
Şekil 2.17: Bulut Bilişim Modeli.

Bulut bilişim hizmet dağıtımı SaaS, PaaS ve IaaS olmak üzere üç temel hizmet modelinden oluşmaktadır [62]. Bu hizmetler sunum modellerine ilişkin açıklamalar ile birlikte aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Servis olarak yazılım (Software as a Service): SaaS, servis sağlayıcı tarafından sunucu üzerinde bulundurulmuş yazılım uygulamasının birden fazla kişi veya kuruluşa kullanıma sunulmasıdır. Bu hizmetle kuruluşlar lisanslama ve yazılım maliyetlerinden kurtularak daha ucuza aynı kullanım şekliyle kullandıkları kadar ücret ödeyerek bulut bilişim hizmetlerine sahip olmaktadır. Kullanıcı kurma, bakım, lisans gibi sorunlarla uğraşmamakta ve bu işler için kaybedilen zaman ve maliyet de kendiliğinden ortadan kalkmaktadır [65]. GMail, Google Docs ve Salesforce.com (CRMAaS) gibi yazılımlar örnek olarak verilebilir.

Servis olarak platform (Platform as a Service): PaaS, servis sağlayıcı tarafından müşteriye kendi uygulamasını geliştirip, çalıştırabileceği bir platform ile tamamlayıcı servislerin ve gerekli teknolojik altyapının sunulmasıdır. Kullanıcının kendi kurduğu uygulama dışında, platform altyapısını oluşturan bileşenler üzerinde herhangi bir kontrolü ve yönetim imkânı yoktur [66]. Amazon Machine Learning (AML), Microsoft Azure Machine Learning ve Google AI: TensorFlow platformlar servis olarak platform bulut bilişim hizmet dağıtımına örnek olarak verilebilir.

Servis olarak altyapı (Infrastructure as a Service): IaaS, müşterinin ihtiyaç duyduğu temel bilişim kaynaklarını (işlemci, depolama, ağ kaynağı vb.) kendisinin yapılandırabilmesi ve bunların üzerine ihtiyacı olan işletim sistemi ve uygulamaları kurabilmesidir. Müşterinin altyapı üzerinde yönetimi ve kontrolü bulunmamakta, işletim sistemi seviyesinde sisteme tam bir hâkimiyeti bulunmakta ve firewall gibi bazı ağ bileşenlerini yönetebilmektedir [66]. Amazon Elastic Cloud (EC2), Windows Azure ve Google Compute Engine servis olarak altyapı dağıtım servislerindendir.



Şekil 2.18: Bulut bilişim hizmet dağıtımı.

Bulut yayılma modelleri;

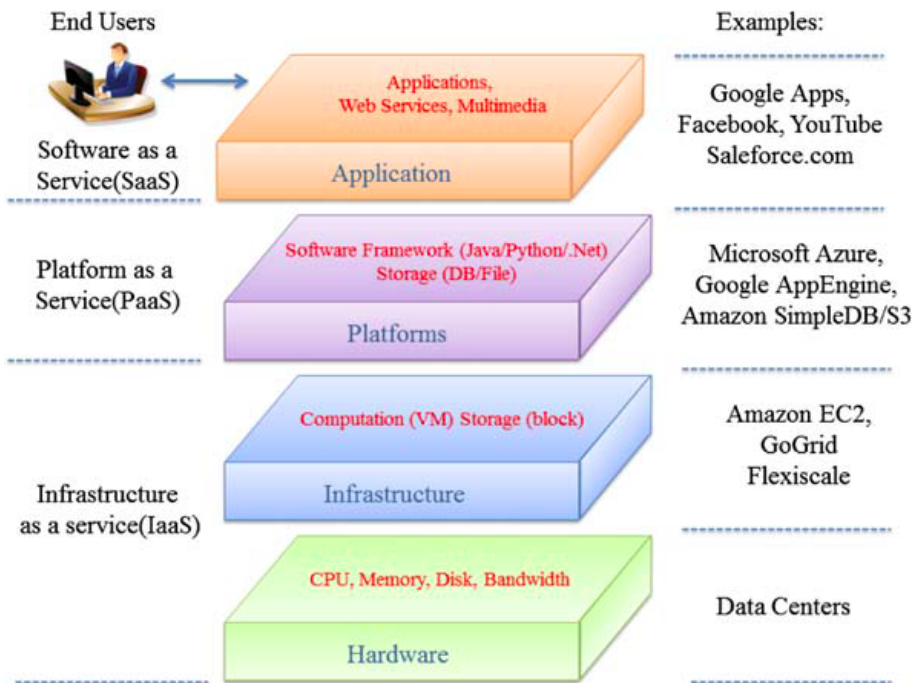
Private Cloud - Özel Bulut : firmanın kendi oluşturduğu ya da kiraladığı buluttur. Bulut altyapısı yalnızca firma için çalışır, firmanın kendisi tarafından ya da 3.cü parti tarafından yönetilir.

Community Cloud - Topluluk bulutu : Belirli bir toplulukla paylaşılan buluttur Bulut altyapısı birkaç organizasyon ya da firma tarafından paylaşılır, böylece aynı amacı paylaşan, aynı güvenlik gereksinimleri olan, aynı tarzda idare edilen organizasyonlar, firmalar desteklenir. Organizasyon, firma ya da 3.cü parti tarafından yönetilir.

Public Cloud - Herkese açık – kamu bulutu: Kamuya satılmış mega-ölçekte altyapıdır. Bulut altyapısı herkese ya da büyük endüstri grubuna açıktır ve bulut servisini veren bulutun sahibidir. Servisi veren yazılım ve saklama-storage gibi kaynakları sağlar ve internet üzerinden halkın erişimine açar. Herkese açık buluta örnek :Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), IBM'in BlueCloud'u, Sun Cloud, Google'in AppEngine'i ve Windows Azure Servis Platformu verilebilir.

Hybrid Cloud - Melez bulut : iki veya daha fazla bulut modelinin kompozisyonudur. Bulutlar kendi özelliklerini kaybetmeden yazılımın ve verinin taşınmasına izin verecek şekilde standardize edilmiş ya da özel teknoloji ile bağlanmıştır.

Bulut bilişim teknolojisinin gelişmesi sayesinde, büyük verilerin internet üzerinde depolanabilirliği ve bu verilerin erişilebilirliği olanaklı hale gelmiştir. Bu imkanlar doğrultusunda Endüstri 4.0'ın yapı taşlarından olan büyük veri (big data) tanımı endüstride uygulanabilme imkanına sahip olmuştur.



Şekil 2.19: Bulut bilişim hizmet dağıtım örnekleri.

2.2.1.4 Nesnelerin interneti ve sensörler

Wireless Sensor Network (WSN) teknolojisi günlük hayatın birçok alanından nesnelerin her yerde ve aynı anda algılamasına (Ubiquitous sensing) olanak sağlamıştır. Bu teknolojik gelişme ile birlikte anlık olarak değişen ekolojik göstergeler başta olmak üzere doğal kaynaklara ve kentsel çevreye ait göstergelerin ölçülebilmesi, ölçülen verilerden anlam çıkarılması ve çevrenin daha iyi analiz edilebilmesi sağlanmıştır [67].

Bir ağ üzerindeki nesnelerin birbirleri ile iletişime geçmesi ve bu iletişime dayalı olarak hareketleri tetiklemelerinin yaygınlaşması Nesnelerin İnterneti (IoT) kavramını ortaya çıkarmıştır. Nesnelerin sahip oldukları sensör, aktüatörler ve kusursuz bağlantısı ile birlikte ortak bir işletim resmi (common operating picture (COP)) geliştirmek için bilgiler nesneler arasında paylaşılır. Son zamanlarda RFID etiketleri, gömülü sensör ve aktüatör gibi teknolojilerin gelişmesi ile birlikte Nesnelerin interneti başlangıç döneminden adım atarak günümüz internetinin geleceğin internetine (Future of Internet) dönüştürecek bir teknoloji haline gelmiştir [67].

International Data Corporation (IDC)'nin tahminlerine göre günümüzde bağlantılı 9 milyar cihaz bulunmaktadır ve 2020 yılı sonu itibari ile bu sayının 212 milyar olması beklenmektedir. Global System for Mobile Communications (GSMA)'ya göre, bu sayıda bağlı cihazın bulunmasının sağlık, otomotiv ve elektronik sektörü başta olmak üzere dünya ekonomisine katkısının 1.3 trilyon dolar olması öngörülmektedir. Basit indirgeyerek Nesnelerin İnterneti, makinelerin ve günlük hayatımızda kullandığımız nesnelerin internet ile bağlı oldukları bir konsept olarak tanımlanabilir. Nesnelerin interneti ile birlikte cihazlar genellikle kablosuz ağ teknolojileri kullanılarak uzaktan izlenip kontrol edilmektedir [67].

Atzori [68]'ye göre nesnelerin interneti internet (ara yazılım- middleware), nesne (sensör) ve anlamsal (bilgi-knowledge) yönlü olarak 3 başlık altında incelenebilir. Bu tarz bir sınıflandırma nesnelerin internetinin doğası gereği disiplinler arası bir tanımlama ihtiyacı gerektirmektedir. Böylelikle nesnelerin internetinin farklı uygulama alanlarında sağladığı fayda ortaya çıkarılabilir. RFID grubuna göre Nesnelerin İnterneti, eşsiz adrese sahip nesnelerin internet iletişim protokollerine dayalı olarak internet ortamında birbirlerine bağlı olmasıdır.

Avrupa Nesnelerin İnterneti Araştırma Grubu'na göre nesnelerin interneti, Nesnelerin aktif olarak iş, bilgi ve sosyal süreçlere katıldığı ve nesnelerin bulundukları çevredeki algıladıkları verileri ve elde ettikleri bilgileri diğer nesneler ile paylaşabildikleri platformdur. Bu platform fiziksel çevresinde gerçekleşen olaylara özerk bir şekilde tepki vererek direkt insan müdahalesi olmaksızın veya insan müdahalesi olarak hareketleri tetikler ve hizmetler oluşturulmasını mümkün kılar [69].

Forrester [70]'a göre BİT teknolojilerini kullanarak alt yapı elemanlarını, idari yönetimi, eğitimi, sağlığı ve güvenliği, taşınmaz malları, ulaşımı ve diğer tüm hizmetleri farkında olan, etkileşen ve verimli kullanılır hale getirilmesidir.

Gubbi [67]'ye göre Nesnelerin İnterneti, algılayabilen ve harekete geçirebilen nesnelerin bağlantılı bir hale getirilerek nesneler arası bilgi paylaşımının sağlanabilen, ortak işlem resmin geliştirilebilen yenilikçi uygulamaların tümüdür. Tüm bu uygulamalar kusursuz bağlantıya sahip her yerde algılama imkanına sahip nesnelerin olduğu ve bulut bilişim altyapısına sahip şartlarda başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Nesnelerin interneti konseptinde her yerde ve her zaman bilgi işlenmesini (Ubiquitous computing)mümkün kılan 3 ana bileşen bulunmaktadır [67].

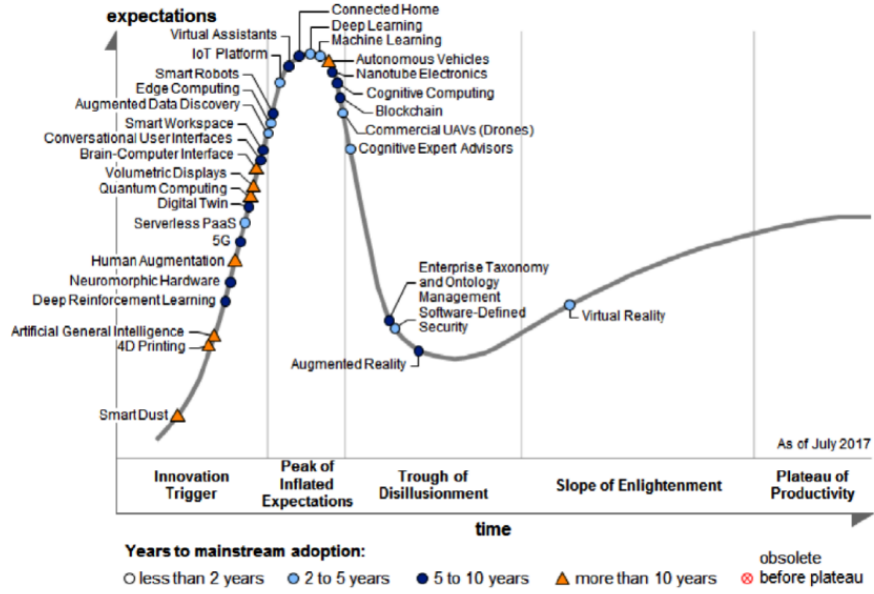
- Donanım (hardware): Sensör, aktüatör ve gömülü iletişim donanımları Nesnelerin İnterneti teknolojisinin donanım bileşenini oluşturur.
- Arayazılım (Middleware): İhtiyaca bağlı olarak gerekli depolama alanı ve veri analizi için gerekli yazılımlardan oluşmaktadır.
- Sunum: Geliştirilebilen ve kolaylıkla anlaşılabilen bir kullanıcı arayüzü ve farklı platformlardan erişilebilen analiz araçları Nesnelerin İnternetinin sunum bileşenini oluşturmaktadır.

Nesnelerin İnternetinin inşa edilmesini sağlayan başlıca teknolojiler Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID), Kablosuz Sensör Ağları (Wireless sensor networks- WSN), Güvenli Veri Kümeleme (Secure data aggregation), Adres Şemaları (Addressing Schemes), veri depolama ve verinin görselleştirilmesidir.

Gartner's IT Hype Cycle [71]'ne göre Nesnelerin interneti yükselen teknolojilerden bir tanesidir. Gartner's IT Hype Cycle nesnelerin internetinin ortaya çıkışını, sektörlere uyum sağlaması, gelişmesi ve farklı uygulamalarda kullanılmasını grafik

halinde sunulmuştur. Nesnelerin İnternetinin teknolojisinin önümüzdeki 2-5 yıllık süreçte pazara uyum sağlaması beklenmektedir.

Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017



Note: PaaS = platform as a service; UAVs = unmanned aerial vehicles

Source: Gartner (July 2017)

Şekil 2.20: Garner'in yükselen teknolojiler döngüsü.

10 yıl içerisinde Nesneleri İnterneti, Kablosuz Sensör Ağı ve Her Yerde Bilişim(Ubiquitous Computing) terimlerinin Google aramalarındaki gösterdiği eğilim aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere nesnelerin interneti terimi ve kablosuz sensör ağı aramalarının eğilimde sabit bir ivme ile artış görülmektedir.

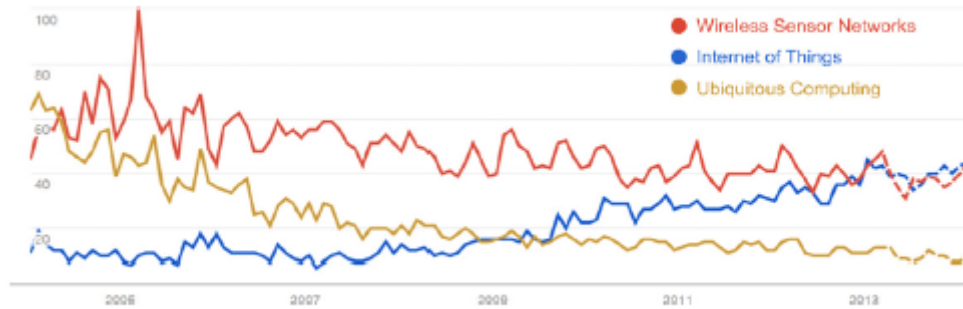


Fig. 3. Google search trends since 2004 for terms Internet of Things, Wireless Sensor Networks, Ubiquitous Computing.

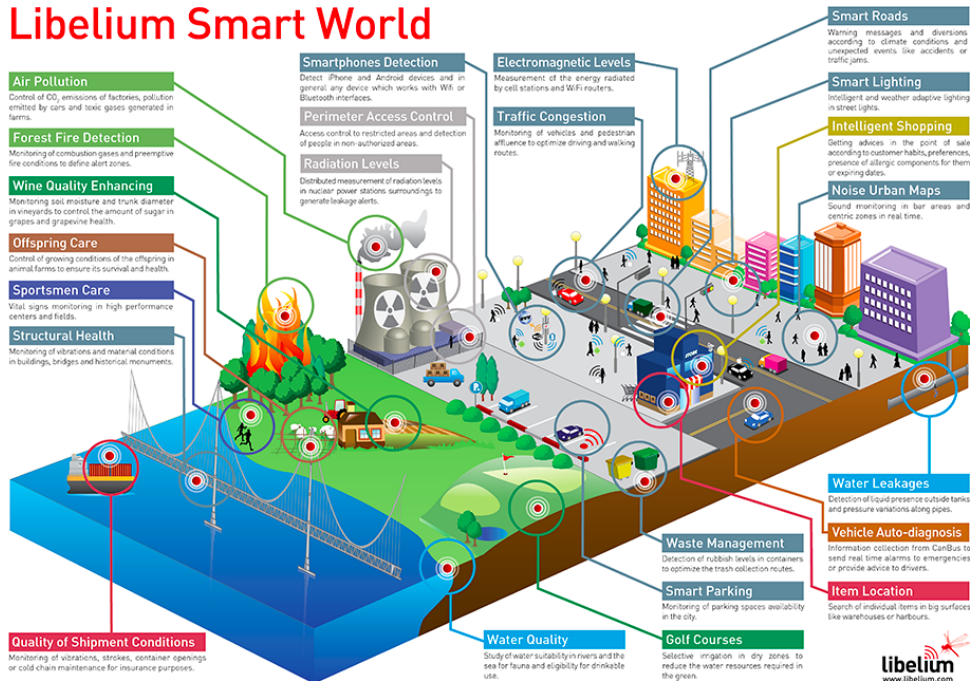
Şekil 2.21: Google aramaları.



Şekil 2.22: Nesnelerin interneti teknolojisinde son kullanıcı ve uygulamalar tarafından sağlanan veri akışı.

Akıllı şehirlerde Akıllı Otopark, Akıllı Sağlık, Akıllı Su Yönetimi Akıllı Katı Atık Yönetimi, Akıllı Ulaşım ve Akıllı Enerji başta olmak birçok akıllı şehir uygulamasında Nesnelerin İnterneti teknolojisi kullanılmaktadır. Aşağıdaki figürde nesnelerin interneti teknolojisinin kullanıldığı akıllı şehir uygulamaları yer almaktadır [62].

Libelium Smart World



Şekil 2.23: Akıllı Kente Bulunan Nesnelerin İnterneti Uygulamalarının Görselleştirilmesi [72].

2.2.1.5 Ağ ve bağlantı teknolojileri

Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID)

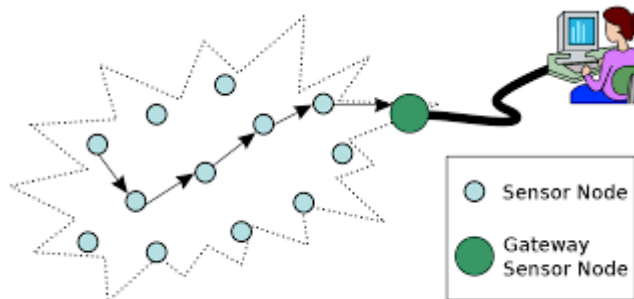
Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID), mikroçiplerin kablosuz ağ üzerinden iletişim kurmalarını sağlayan önemli bir teknolojidir. Bu teknolojiyle birlikte nesnelere eklenen RFID etiketlerle birlikte nesneler otomatik olarak tanımlanabilir. Pasif RFID etiketler enerjiye ihtiyaç duymamaktadır. Pasif etiketler, RFID okuyucunun sorgulayıcı sinyaline yanıt vererek RFID okuyucusu ile iletişime geçer. Pasif etiketlerin enerjiye ihtiyaçlarının olmaması ve ekonomik olmaları gibi avantajlardan dolayı perakende satış, tedarik yönetiminde, banka kartlarında ve otoyol ödeme sistemlerinde sıkça kullanılmamaktadır. Aktif RFID etiketlerin bataryaları vardır ve iletişim kurabilirler. Genellikle limanlardaki kargoların izlenmesinde kullanılır [73].



Şekil 2.24: RFID.

Kablosuz Sensör Ağı (Wireless Sensor Network- WSN)

Günümüzde düşük voltajlı entegre devre ve kablosuz ağ teknolojilerinin maliyetlerinin azalması, enerji ihtiyaçlarının minimize edilmesi uzaktan algılama uygulamaların kullanılmasını mümkün kılmıştır. Bu şartların sağlanması ile birlikte çok fazla sayıda akıllı sensör içeren ağlarının çeşitli ortamlarda veri toplaması, bu verinin işlenmesi, analiz etmesi ve anlamlı bilgiyi paylaşmasını uygulanabilir hale getirmiştir. [74].



Şekil 2.25: Kablosuz Sensör Ağı.

WiFi,Ultra Geniş Band ve ZigBee

Kablosuz ağ iletişimi hızla gelişen bir teknoloji olmakla birlikte iletişimde esnekliği ve hareketliliği mümkün kılmaktadır. Kablosuz ağ teknolojisi dinamik ağ oluşumu, düşük maliyetli ve kolay yerleştirme (deploy) imkânı sunmaktadır. Wifi, kullanıcıların erişim noktalarına bağlandıkları takdire kablosuz ağ protokolüne uygun olarak geniş bantlı ve yüksek hızda internet bağlantısı sunulduğu bir teknolojidir [75]. Ultra geniş bant, multimedya bağlantıları üzerinden yüksek bant genişliğine sahip iç mekân kısa menzilli kablosuz ağlara yönelik bir teknolojidir. ZigBe, uzun ömürlü batarya kullanım özelliği sağlayan maliyeti düşük kısa mesafeli kablosuz iletişim için tasarlanmıştır. Maliyeti düşük olduğu için nesnelerin internetinde sıkça kullanılmaktadır.

4G LTE, LTE-A, and 5G

LTE (Long Term Evolution), 4G kablosuz ağ bağlantısını tanımlamak için kullanılan bir teknolojidir. 4G, tamamıyla IP tabanlı, kablolu veya kablosuz bilgisayar, tüketici elektroniği, iletişim teknolojileri ve iç ve dış ortamlarda sırası ile servis kalitesi ve yüksek güvenliğiyle herhangi bir zamanda herhangi bir yerde her türlü ağ hizmetini tek bir noktada birleştirerek makul fiyat ve tek faturalandırmayla gerçekleştirmeyi hedefleyen bir hizmettir [76]. 5G, 100 milyar cihazı barındırabilen ve saniyede 10 Gigabit veri aktarımının düşük gecikme süresi ile transfer edilmesini mümkün kılan teknolojidir. Şu anda test aşamasında olan 5G teknolojisi başlangıç aşamasındadır. 2020 yılının sonuna doğru yaygınlaşması öngörülmektedir. 5G'nin yaygınlaşması ile birlikte kullanıcılara hızlı ve dayanıklı bir internet erişimi sağlayacaktır. Akıllı kentlerin uygulamalarını yaygınlaşması ve daha verimli çalışır hale gelmesinde kilit bir önem taşımaktadır [77].

2.3 Akıllı Şehirlere Yönelik Standartlar

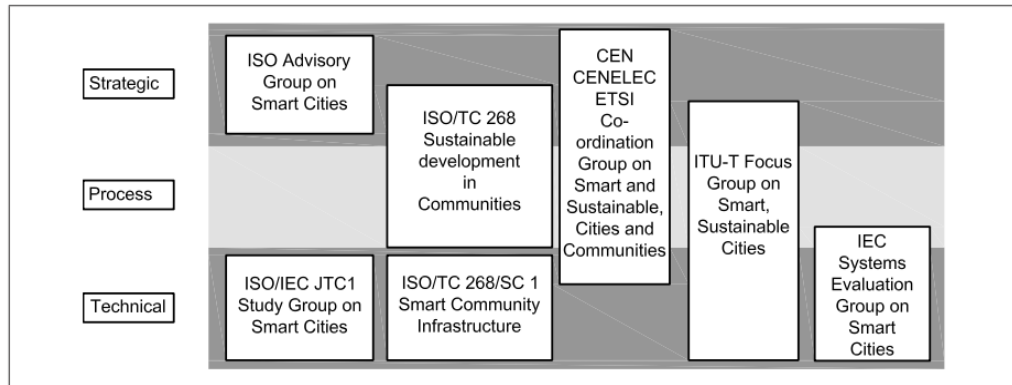
Vatandaşlara kamusal hizmetlerin sunulduğu, şehirde bulunan farklı sistemlerin birbirleri ile bilgi paylaşımının sağlandığı ve bu bilgilerin analiz edilerek kaynakların etkin kullanıldığı ekosisteme akıllı şehir ekosistemi denir. Akıllı şehir ekosistemler çeşitli seviyelerde farklı standartlara ihtiyaç duyarlar ve bu standartlar ile birlikte akıllı şehire geçiş sürecinde şehirler için belirlenmesi öncelikler aşağıdaki gibidir.

- Karar vericiler sürdürülebilir Akıllı Şehirler için hedeflerini nasıl belirleyecek ve ilerlemeyi nasıl ölçecek?
- Şehirler Akıllı Şehir vizyonu oluşturmak için ortak anlayışı nasıl sağlayabilir?
- Veri nasıl toplanacak ve farklı altyapı ve hizmetler tarafından bu veri nasıl paylaşılacak? [78]

Sürdürülebilir Akıllı şehirler ile ilgili standartları ortaya koyan uluslararası kuruluşlar:

- Avrupa Kuruluşları
 - CEN- Avrupa Standartlar Komitesi
 - CENELEC- Avrupa Elektro-teknik Standardizasyon Komitesi
 - ETSI- Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü
- ISO: Uluslararası Standartlar Örgütü
- ITU: ITU-Telekomünikasyon Standardizasyon Sektörü
- BSI: İngiliz Standart Enstitüsü
- IEC: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu

Bu çalışmada, en yaygın olarak kabul gören ITU ve ISO'nin Akıllı Şehirler ile ilgili ortaya koydukları standartlar incelenmiştir.



Şekil 2.26: Akıllı Şehirler ile ilgili Uluslararası seviyede yapılan çalışmalar.

Stratejik seviyedeki kabul görmüş Akıllı Şehir standartları:

- ISO 37101: Sürdürülebilir kalkınma ve toplumsal dayanıklılık – Başlıca prensipler & gereklilikler
- ISO 37120: Toplulukların sürdürülebilir kalkınması — Şehirde bulunan hizmetlerin ve yaşam kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan performans göstergeleri (KPIs)

- ISO 37102: Sürdürülebilir kalkınma ve toplumsal dayanıklılık– Sözlük
- ISO 37123: toplumsal dayanıklılık için performans göstergeleri (KPIs) (gelişme aşamasında)
- ITU-T Y.4901/L.1601: Sürdürülebilir Akıllı şehirlerde BİT teknolojilerinin kullanımını ölçülmesi için gerekli performans göstergeleri
- ITU-T Y.4901/L.1602: Sürdürülebilir Akıllı şehirlerde BİT teknolojilerinin kullanılmasının sürdürülebilirliğe etkisinin ölçülmesi için gerekli performans göstergeleri
- BS 8904: Sürdürülebilir toplum ve toplumun iyileştirilmesi için öneriler

2.3.1 ITU-T Telecommunication Standardization

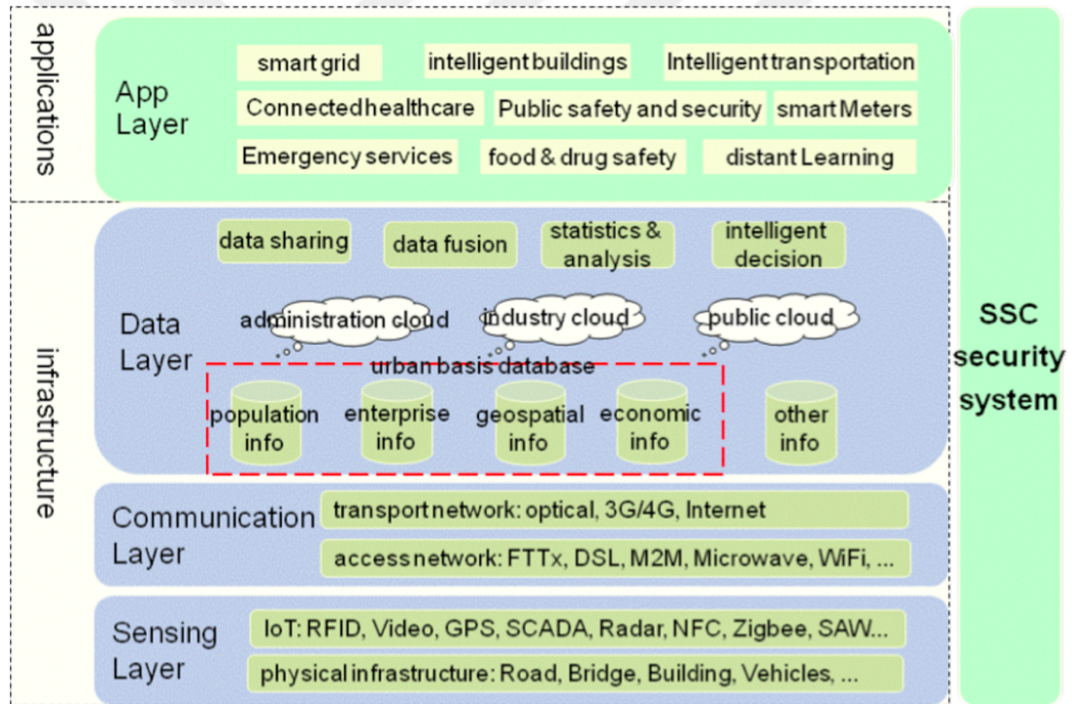
Sürdürülebilir Akıllı şehirlerde BİT teknolojilerinin kullanılmasının sürdürülebilirliğe etkisi ITU-Telekomünikasyon Standardizasyon Sektörü (ITU), Birleşmiş Milletler’ tarafından BİT teknolojileri ile ilgili uluslararası standartları belirlemek üzere kurulmuş olan bir standardizasyon kurumdur. Akıllı şehirlere geçiş süreci kapsamında şehirlere bir yol haritası çizmek üzere ITU şehirlerin daha akıllı ve daha sürdürülebilir olması için performans göstergeleri içeren bir çalışma programı(framework) yayınlamıştır. Bu performans göstergeleri BİT teknolojilerini, sürdürülebilir çevreyi, üretkenliği, eşitlik ve sosyal dahil edilmeyi, yaşam kalitesi ve şehirlerin fiziksel altyapısını kapsamaktadır. ITU, dünyadaki şehirleri akıllı ve sürdürülebilir bir şehre evrimini destekleme dünya şehirlerine yol göstermektedir. ITU, akıllı ve sürdürülebilir bir şehre geçiş sürecinde politikaların oluşturulması, BİT teknolojilerinin kullanılmasının rolü ile ilgili standartlar geliştirmiştir. Bu standartlar ITU-T Y.4901/L.1601 ve ITU-T Y.4901/L.1602’dir. ITU-T Y.4901/L.1601, Sürdürülebilir Akıllı şehirlerde BİT teknolojilerinin kullanımını ölçülmesi için gerekli performans göstergelerini içermektedir. ITU-T Y.4901/L.1602 ise Sürdürülebilir Akıllı şehirlerde BİT teknolojilerinin kullanılmasının sürdürülebilirliğe etkisinin ölçülmesi için gerekli performans göstergeleri içerir.

ITU tarafından geliştirilen sürdürülebilir ve akıllı şehir performans göstergelerinin geliştirilmesindeki en temel amaç, akıllı şehirlere evrilen şehirlere gelişimlerini izlemeleri için güvenilir bir araç sağlamaktır. Bu performans göstergelerin

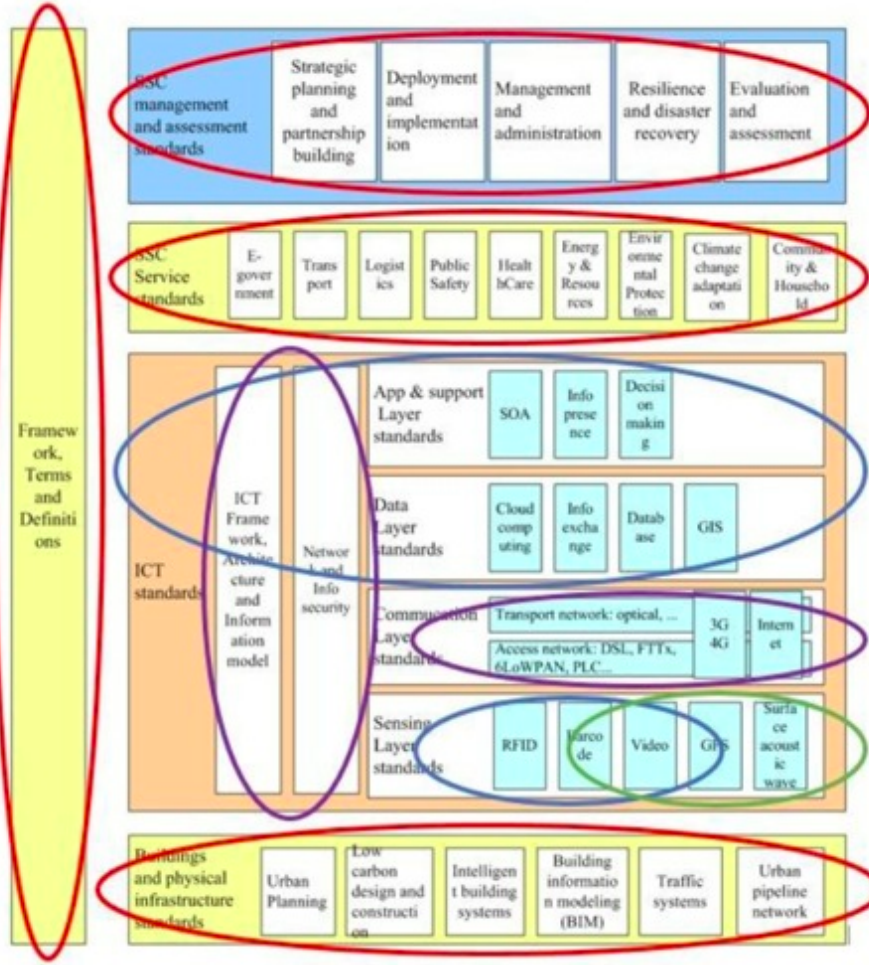
kullanılması tüm paydaşların mevcut durumlarını izlenebilmesine ve akıllı şehire geçiş sürecinde hızlanmalarına olanak vermektedir [79].

ITU tarafından geliştirilen sürdürülebilir ve akıllı şehir performans göstergeleri 6 başlık altında incelenebilir.

- 1) BİT Teknolojileri
- 2) Sürdürülebilir Çevre
- 3) Üretkenlik
- 4) Eşitlik ve Sosyal Dahil edilme
- 5) Yaşam kalitesi
- 6) Fiziksel altyapı



Şekil 2.27: Akıllı Şehirlerin Teknik Altyapı Mimarisi.



Şekil 2.28: ITU FG-SSC tarafından hazırlanan Akıllı Şehir Standart Modeli.

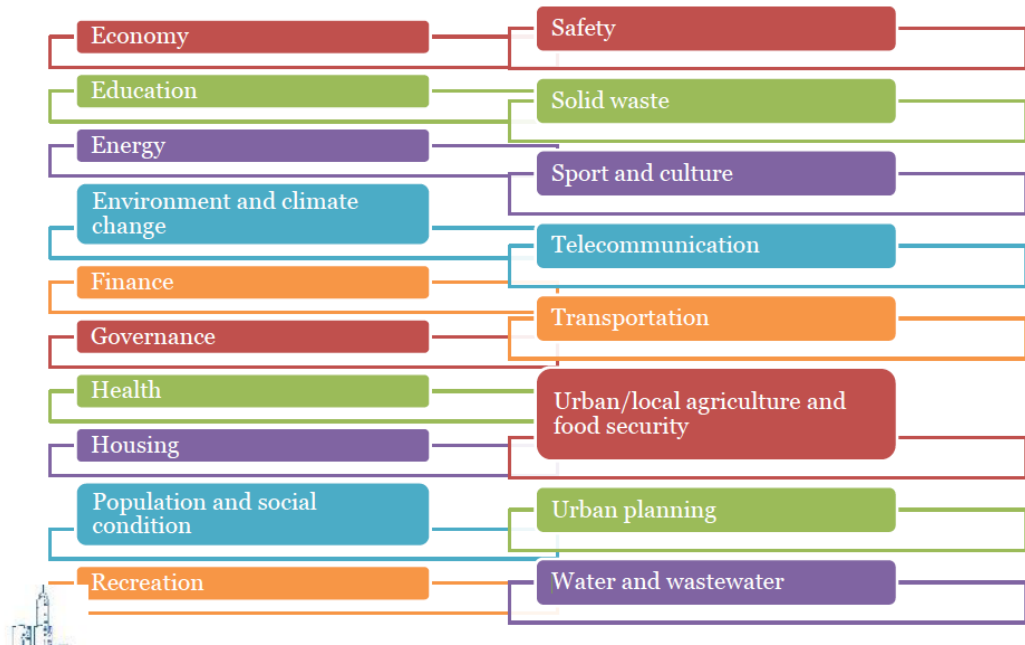
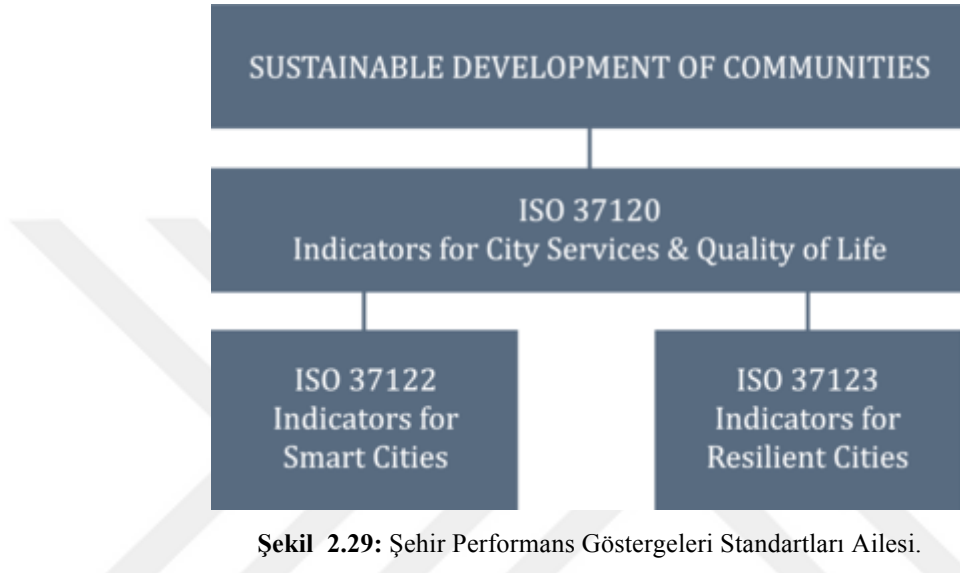
2.3.2 Sector of ITU Uluslararası Standartlar Örgütü

Akıllı Şehir Standart Modeli Ulusal Standartlar Örgütü (ISO), dünya çapında uluslararası standartlar geliştiren bir federasyondur. ISO'nun hazırladığı uluslararası standartlar ISO'nun teknik komiteleri tarafından oluşturulmaktadır. ISO komiteleri; devlet kurumları, sivil toplum kuruluşları ve özel sektör ile iş birliği içerisinde çalışarak standartları geliştirir. ISO elektroteknik standartların geliştirilmesi ile ilgili Uluslararası Elektroteknik Komisyonu ile iş birliği içerisinde. Sürdürülebilir Kalkınmaya entegre ve bütüncül bir yaklaşım olarak ISO yeni bir standardizasyon geliştirmiştir. Bu standardizasyon şehirdeki yaşam ve vatandaşlara sunulan hizmetin kalitesi, akıllı şehir ve dayanıklı şehirler ile ilgili performans değerleri içermektedir. Bu performans göstergeleri ile birlikte şehirler akıllı şehire evrimdeki gelişmeyi ve ölçülmesi gereken değerleri saptamış olur.

Performans değerleri ve Uluslararası Standartların içinde yer alan test metotları şehirlere aşağıda belirtilen başlıklarda yardımcı olur:

- Şehir hizmetlerinin ve yaşam kalitesinin ölçülmesini sağlar.
- Şehirler arası tecrübe paylaşımı ve farklı şehirlere ait performans değerlerinin karşılaştırılmasını mümkün kılar.
- İyi örneklerin paylaşılmasını sağlar.

Akıllı şehirlerin geliştirilmesi ile ilgili olan uluslararası standartlar ISO 37120/TC 268, ISO 37122/TC 268 ve ISO 37123/TC 268'dir.



Şekil 2.30: ISO 37120:2018 Sürdürülebilir Şehir ve Topluluklar- Şehir servisleri ve yaşam kalitesi performans göstergeleri.

Performans göstergeleri ana ve destekleyici 2 gruba ayrılarak şehirlerin performansı ölçülebilir. Ana göstergeler, şehir hizmetlerinin ve yaşam kalitesinin performansını ölçen göstergelerdir. Destekleyici göstergeler, şehir hizmetlerinin ve yaşam kalitesinin performansını şehirde seçilen herhangi bir nesne ile ölçüldüğü göstergelerdir.

Theme	Core Indicator	Supporting Indicator
ECONOMY	- City's unemployment rate - Assessed value of commercial and industrial properties as a % of total assessed value of all properties % of city population living in poverty	% of persons in full-time employment - Youth unemployment rate - Number of businesses per 100 000 population - Number of new patents per 100 000 population per year
EDUCATION	% of female school-aged population enrolled in schools % of students completing primary education: survival rate % of students completing secondary education: survival rate - Primary education student/teacher ratio	% of male school-aged population enrolled in schools % of school-aged population enrolled in schools - Number of higher education degrees per 100 000 population
ENERGY	- Total residential electrical energy use per capita (kWh/year) % of city population with authorized electrical service - Energy consumption of public buildings per year (kWh/m²) % of total energy derived from renewable sources, as a share of the city's total energy consumption	- Total electrical energy use per capita (kWh/year) - Average number of electrical interruptions per customer per year - Average length of electrical interruptions
ENVIRONMENT	- Fine particulate matter (PM2.5) concentration - Particulate matter (PM10) concentration - Greenhouse gas emissions measured in tonnes per capita	- Nitrogen dioxide (NO₂) concentration - Sulphur dioxide (SO₂) concentration - Ozone (O₃) concentration - Noise pollution % change in number of native species

Theme	Core Indicator	Supporting Indicator
FINANCE	Debt Service ratio (debt service expenditure as a % of a municipality's own-source revenue)	- Capital spending as a percentage of total expenditures - Own-source revenue as a percentage of total revenues - Tax collected as a percentage of tax billed
FIRE AND EMERGENCY RESPONSE	- Number of firefighters per 100 000 population - Numbers of fire related deaths per 100 000 population - Number of disaster related deaths per 100 000 population	- Number of volunteer and part-time firefighter per 100 000 population - Response time for emergency response services from initial call - Response time for fire department from initial calls
GOVERNANCE	- Voter participation in last municipal election (as % of eligible voters) - Women as a % of total elected to city-level office	% of women employed in the city government workforce - Number of convictions for corruption and/or bribery by city officials per 100 000 population - Citizen's representation: number of local officials elected to office per 100 000 population - Number of registered voters as a % of the voting age population
HEALTH	- Average life expectancy - Number of in-patient hospital beds per 100 000 population - Number of physicians per 100 000 population - Under age five mortality per 1 000 live births	- Number of nursing and midwifery personnel per 100 000 population - Number of mental health practitioners per 100 000 population - Suicide rate per 100 000 population

Şekil 2.31: ISO 37120:2018 Performans göstergeleri.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

3.1 Akıllı Şehir – CBS ve KBS ilişkileri

Uzmanların çalışma alanlarına göre Akıllı Şehir konseptini tanımlamaları farklılık göstermektedir. Tranos and Gertner [80]' e göre Akıllı şehirler sensör ağlarının birleşiminden oluşan şehirlerdir. Shapiro [81]'e göre sosyal hayatın ve yaşam kalitesinin iyileştirildiği şehirlerdir. Microsoft'tan Dignan [82]'nın tanımına göre şehirde var olan tüm servislerin insan dostu ve akıllı hale geldiği şehir olarak tanımlamıştır. Sistem entegrasyonu IBM'den Harrison'a göre şehirlerin içinde bulundurdıkları tüm nesnelerin bağlantılı olmasıdır. Genellikle akıllı şehirler ekonomik kalkınma, çevresel sorunlar ve sürdürülebilirlik olmak üzere 3 temel esas üzerine kurulmuştur. Bu üç boyut eşit bir şekilde ele alındığı takdirde Akıllı Şehir idealine erişilebilir.

Li'ye göre Geomatik perspektifinden akıllı şehirler; dijital şehrin, nesnelerin interneti ve bulut bilişim teknolojilerinin tamamen entegre olması şeklinde tanımlanmıştır. Nesnelerin interneti ile birlikte her yere yayılmış olan sensör ağı (ubiquitous sensor network) ile birlikte gerçek zamanlı algılama, ölçme ve veri paylaşımı için 3 boyutlu bir mekansal altlık (geospatial framework) oluştururlar. Bulut bilişim teknolojisi ile birlikte yüksek ve karmaşık hesaplamalardan, veri madenciliği ve analiz yapılarak örüntülerin keşfedilmesi sağlanır. Bu örüntüler sayesinde fiziksel şehirden alınan veriler ile şehir yönetimi ve kamu hizmetlerinin izlenmesi, kontrolü ve geri bildirimin yapılması sağlanır [6].

Geomatik açısından Akıllı Şehirlere geçiş sürecindeki ele alınması gereken temel meseleler: jeoreferanslama (geo-referencing), 3 boyutlu mekansal-zamansal modelleme (3D spatial-temporal modeling), GPS entegrasyonu, Mobil Uzaktan Algılama ve CBS platformları, her yere yayılan sensörler ve bu sensörlerin iletişime geçebilecekleri iletişim altyapısının oluşturulması ve servislerin (WFS, WCS) bulut platformunda nihai kullanıcıya sunulabilmesidir.

Akıllı bir şehir, her şeyden önce mekansal olarak etkin bir şehirdir. Mekansal verilerin ve diğer mekansal bilgilerin yerel yönetimler, vatandaşlar ve işletmeler tarafından erişilebilir ve kullanılabilir olması gerekmektedir [80]. Şehir bağlamında, mekansal-zamansal(spatial-temporal) verilerin toplanması, güncel tutulması, analiz edilmesi, sunulması ve iletilmesi gerekir. Aynı zamanda tüm bu verilerden elde edilen verilerin işlenerek şehrin yönetiminde ve karar verme aşamasında kullanılması gerekir [83].

- **Akıllı Şehirlerde CBS'nin Önemi**

Mekansal veri ve CBS akıllı şehirlere geçiş sürecinde ve akıllı şehirlerin inşasında ana temel bileşendir. Fiziksel şehrin sanal ortama aktarılmasında mekansal ve CBS önemli bir referans çerçevesi oluşturmaktadır. CBS teknolojisi farklı alan ve sektörlerde kullanıldığı gibi akıllı şehirlerde de önemli bir role sahiptir. Dijital çağda; dijital haritalar ve mekansal veri tabanları uzun zamandır Arazi yönetimi, şehir planlama ve ulaşım sistemlerinde kullanılmaktadır. Akıllı şehirler ile birlikte CBS karar verme sürecini destekleyen önemli bir araç haline gelmiştir. CBS, veri entegrasyonun sağlanması için bir platform, mekansal analiz, görselleştirme ve karar alma modellerin toplanması için bir sistem olarak özel sektör ve kamu kuruluşları tarafından çeşitli uygulamalarda kullanılmıştır. Veri açısından CBS; kitlesel kaynak ve gerçek zamanlı şehir sensör verisinin toplanması, gerçeğe yakın 3 boyutlu şehir modelinin oluşturulması ve verilerin bu model üzerinde görselleştirilmesi son kullanıcıya avantajlar sağlamasının yanından veri işlenmesi, verinin görselleştirilmesi ve insan-bilgisayar etkileşimi gibi zorlukların üstesinden gelinmesini sağlamıştır. Teknolojik açıdan CBS; Web 2.0 katılımcı uygulamaları, CBS'nin fotogrametri ve bilgisayar görmesi (computer vision) ile yakından ilişkili olması akıllı cihazlara daha fazla özellik kazandıran bir ortam sunmaktadır. Çok sayıda sensör tarafından toplanan büyük mekansal büyük verinin (geo big data) nasıl işleneceği ve bir bulut bilişim ortamında CBS işlevlerinin nasıl yönetileceği akıllı şehirlerin yönetimini kolaylaştırmak için ortaya çıkmış önemli sorulardır. Roche ve Rajabifard [83]'e göre mekansal veri altyapılarını (SDI) akıllı şehirlerin teknoloji platformlarının temelidir ve Akıllı şehirlerde mekansal referanslamanın enine ve kapsayıcı boyutta kullanılması gerekmektedir. Mekâna dayalı servisler, 3 boyutlu modeller, görüntüleme veya artırılmış gerçeklik aynı zamanda kentsel arabuluculuk destekleri olarak da değerlendirilmektedir [84]. CBS ve Akıllı şehir yaklaşımı bu kadar iç içeyken bununla alakalı literatürde çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

CSB akıllı şehirlerin mekansal alt yapısının oluşturulmasının yanında sosyal altyapının ve kitlesel kaynaklı verinin üretilmesi ile uygulamaları geliştirilmesinde akıllı şehirlerin geliştirilmesini destekleyebilir. Mekansal veriye dayalı sosyal medya ağları başta olmak üzere mekansal verinin üretimine katkı sunacak kitlesel kaynak ve Gönüllü Mekansal Bilgi (VGI) anahtar veri elde etme yöntemleri günümüzde ön plandadır [85]. CBS, kitlesel kaynak ve Gönüllü Mekansal Bilgi (VGI)'nin SDI'de kullanılması, mekansal büyük veri, açık veri, katılımcı CBS konseptleri, ile birlikte akıllı şehirlerin uygulanması ve geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Akıllı şehir projelerinin merkezinde mekâna dayalı sensörler (geolocated sensörler), 3 Boyutlu şehir modelleri ve mekansal becerileri kullanabilen paydaşlar vardır. Akıllı Şehir planlama, Akıllı Karar Verme, Akıllı Servisler, Akıllı Yönetim, Sürdürebilir Uygulamalar, Uçtan Uca Akıllı Çözümler CBS'ye dayalı akıllı şehir uygulamalarıdır. Örnek olarak Hamburg'ta kullanılan akıllı enerji uygulaması ve Stocholm'daki akıllı yönetim sistemi örnek verilebilir. Akıllı şehir uygulamaları

3.4 Akıllı şehir gereksinimleri kısmında detaylı olarak incelenmiştir.



Şekil 3.1: Akıllı Şehir CBS ilişkisi.

Akıllı Şehir CBS'i sürdürebilir şehir planlamasının yapılması ve şehrin etkin yönetimi için farklı platformların entegre edilmesiyle birlikte şehirdeki verilerin toplanması, yönetilmesi, derlenmesi, analiz edilmesi ve mekansal-zamansal bilginin görselleştirilmesidir. Akıllı Şehir CBS'i bulut bilişim ile verilerin işlenebilmesi için daima kusursuz bir bağlantı ve iletişime sahip olması gerekir. Bulut bilişim Akıllı Şehir CBS'sini mümkün kılan en önemli teknolojidir.



Şekil 3.2 : Akıllı Şehir CBS Çerçevesi.

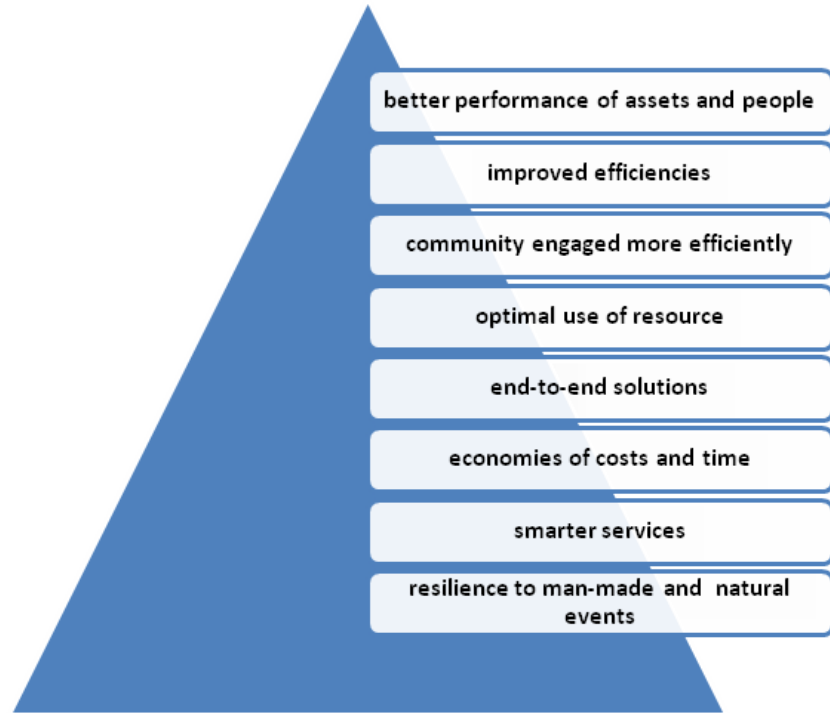
Akıllı Şehir CBS'nin paydaşları; yerel yönetimler, özel sektör ve vatandaşlardır. Karar vericiler, şehir planlamacıları, kolaylaştırıcılar ve hizmet sağlayıcıları kamu ve özel sektörün iş birliğinin oluşturulmasındaki birincil paydaşlardır. Özel sektör; inşaat firmaları, veri sağlayıcılar ve analistler başta olmak üzere altyapı ve servis sağlayıcılarını içermektedir. Vatandaşlar, halka açık olan varlıkları ve verileri aktif olarak kullanan ve toplulukla bağlantılı olan akıllı şehir merkezinde olan bir ögedir.

Akıllı şehrin planlanması ve geliştirilmesinin her aşamasında CBS kullanılmaktadır. Temel altyapı BİT (Bilgi ve İletişim Teknolojileri) tarafından sağlanırken odak nokta mekansal-zamansal verilerin toplanması, yönetilmesi, derlenmesi, analiz edilmesi ve mekansal-zamansal bilginin görselleştirilmesi vardır.



Şekil 3.3: Akıllı Şehir CBS Döngüsü.

- **CBS ve BİT Teknolojilerinin entegrasyonu:** Sürümü yükseltilebilir kusursuz veri ve bilgi akışının sağlanabildiği farklı paydaşların birlikte çalışabilirlik ilkesine uygun olarak erişiminin oluşturulduğu adımdır.
- **Verilerin toplanması:** Var olan mekansal verilerin dijitalleştirilmesi, mekansal veri tabanlarının oluşturulması ve akıllı şehirler için önemli verilerin toplanmasıdır.
- **Verilerin İşlenmesi:** Gerçek zamanlı olarak verilerin işlenmesi, OGC standartlarına uygun bir şekilde verinin bakımı ve servis odaklı mimari (SOA) kullanılarak veri silolarının oluşmasının engellendiği adımdır.
- **İletişim (Communicating):** Çift yönlü olarak katılımcılar, paydaşlar ve vatandaşların iletişim halinde oldukları gerçek zamanlı uyarılar ve eylemlerin gerçekleştiği adımdır.
- **Analiz:** Elde edilen büyük veri ve mekansal büyük verinin işlendiği ve elde edilen büyük veriden örüntülerin çıkarıldığı analiz aşamasıdır.
- **Veriye dayalı karar verme:** Daima bağlı olan Akıllı Şehir ekosisteminin analizler ile gerçek zamanlı yönetimi ve karar verilmesi adımdır. Akıllı şehir idealinde şehrin makine öğrenmesi ve yapay zeka teknolojisi ile kendi kendine karar verebilme yetisi kazanması ideali vardır.



Şekil 3.4: Akıllı CBS'nin kullanılması ile şehirde hedeflenen gelişmeler.

Akıllı Şehirlerin Temeli: Mekansal veri

Mekansal veriler her bir akıllı şehir projesinin temelini oluşturmaktadır. Şehirde bulunan nesnelerin ve gerçekleşen tüm eylemlerin gerçekleştiği bir yer (place) vardır ve yalnızca şehirde bulunan nesnelerin nerede ve eylemlerin nerede gerçekleştiği bildiğinde şehirleri akıllı kılan bağlantılar oluşturulabilir. Şehir sakinlerinin posta kodu, mobil cihazların GPS koordinatları, şehir mobilyasının verisi ve akıllı şehirlere yerleştirilmiş olan sensörlerin sağladığı veriler başta olmak üzere mekansal verinin kaynağının kaynağını oluşturur. Tüm bu verilerin tek bir platformda nasıl bir araya getirilebileceği akıllı şehirlerin en önemli zorluğunu oluşturmaktadır [86].

- **Mekansal Büyük Veri**

Akıllı Şehir projelerini etkinleştirmek için gereken veriler mekansal büyük verilerdir. Büyük veri; gelişmiş karar almayı sağlama, süreç optimizasyonu ve bilgi keşfi için yeni işleme biçimlerine gereksinim duyan, yüksek hacimli, yüksek hızlı ve/veya yüksek çeşitliliğe sahip bilgi kaynakları olarak tanımlanmıştır. Büyük veriler hacimsel olarak büyük olması ve karmaşık olmaları sebebiyle geleneksel veri işleme metotları ile analiz edilemezler. Ayrıca mekansal veriler anlık olarak değişebilen geçici veriler de olabilir (Hareket eden bir aracın gerçek zamanlı mekansal verisi gibi). Mekansal büyük veri diğer büyük verilere nazaran daha hızlı zamanda yüksek hacimli hale gelmektedir. Akıllı şehirlerde mekansal-zamansal olarak toplanan veriler kısa zamanda büyük veri haline gelir ve verinin işlenmesi için farklı analiz metotları gerekmektedir. Bu metotlar 2.kısımda Büyük veri başlığı altında detaylı olarak anlatılmıştır [86].

- **Mekansal Verinin Kaynağı**

Akıllı Şehir projelerinde mekâna dayalı veri ve bilgiler çeşitli kaynaklardan gelmektedir. Temel coğrafi veriler ülkenin ulusal harita sağlayıcısından (Harita Genel Komutanlığı) elde edilir. Taşınmazlara ait veriler ise tapu kadastro müdürlüklerinden sağlanır. Şehirler, seçim veya emlak vergisi kayıtları gibi kaynaklardan gelen verilerini kolayca ekleyebilir. Hava fotoğrafları da genellikle ek bir ayrıntı seviyesi olarak eklenebilir. Örneğin; Moorabool, Avustralya’da bulunan otoban gişelerinden gelen trafik verileri, hava durumu ve iklim verileri, suç raporları, vb. gibi verilen açık veri olarak paydaşlar ile paylaşılmaktadır.

Nesnelerin interneti teknolojisi ile birlikte düşük maliyetli sensörler şehire yerleştirilmesi şehre ait birçok veri gerçek zamanlı olarak toplanabilmektedir. İsveç'in başkenti Stockholm'de taksilere yerleştirilen GPS sensörleri ile gerçek zamanlı olarak şehrin trafik yoğunluğu izlenmektedir. Bu veri sayesinde şehirdeki yetkililer ve vatandaşlar gerçek zamanlı olarak trafik yoğunluk verisini, ortalama seyahat süresini ve en hızlı rotayı seçebilirler. Bir başka değerli veri kaynağı ise akıllı telefon taşıyan vatandaşlardır (sensör olarak vatandaş). Aynı zamanda vatandaşların gönüllü katkısı ile elde de veri elde edilebilir. www.fixmystreet.com ve www.fillthathole.org.uk platformlar yerel yönetimlere gerçek zamanlı olarak probleme ilişkin verinin paylaşılmasına olanak sunuyor [86].

- **Veri Kalitesi ve Paylaşımı**

Akıllı şehir projeleri için mekansal verinin değerlendirilmesi, işlenmesi ve güncel tutulması temel esaslardan bir tanesidir. Akıllı Şehirler, ulaşım sistemleri, elektrik şebekeleri ve acil durum servislerinden gelen mekansal verileri ortak bir platformda toplayı paylaştığı için verinin doğruluğu ve güvenilirliği büyük önem arz etmektedir. Akıllı Şehir projeleri birçok paydaşı içine aldığı bir konsept olması nedeniyle ulaşım hizmetleri, sağlık hizmetleri, özel şirketler ve vatandaşlar aynı veri kümesine erişebilmelidir [86].

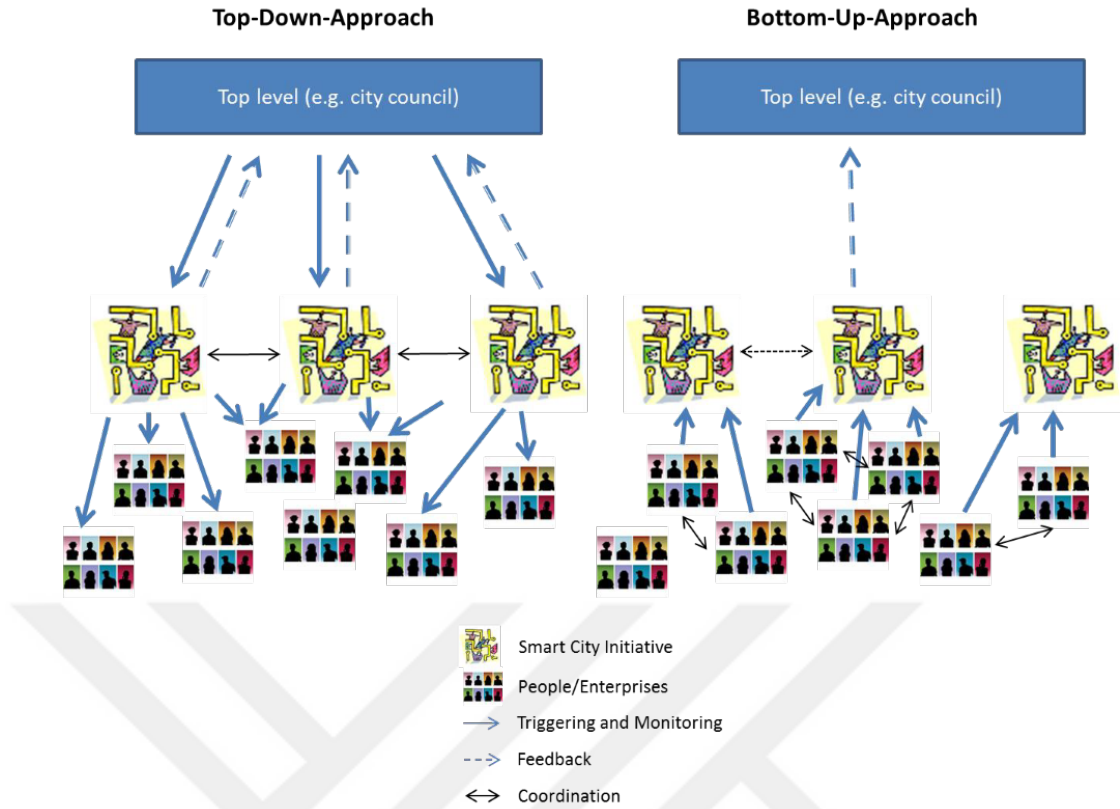
3.2 Dünya'da Akıllı Şehir Uygulamaları

Aynı zamanda tüm bu verilerden elde edilen verilerin işlenerek şehrin yönetiminde ve karar Dünyanın dört bir yanındaki şehirler akıllı şehire geçiş ile ilgili stratejiler uygulamaktadır, bu şehirlerden birkaç tanesi dünyadaki diğer akıllı şehir projelerine iyi örnek olabilecek niteliktedir. Barcelona, sekiz yıllık gelişiminde akıllı şehir konseptini gerçeğe dönüştürmeyi başardı ve dünyada akıllı konseptini en iyi uygulayan şehirlerden bir tanesi haline geldi. İyi örneklerden bir diğeri de Amsterdam'dır. 1994 yılında ilk defa dijital şehir platformunun katkısı ile toplumun katılımı ile akıllı kent stratejisi oluşturmuş ve günümüzde çevre kirliliği ve enerji tasarrufunun sağlanmasına yönelik akıllı uygulamaların gerçekleştirilmesiyle dünyada gerçekleşen diğer projelere örnek olmaktadır. Başta Uzak doğu asya coğrafyası başta olmak üzere küresel anlamda Singapur, günümüzde en güçlü BİT teknolojisi alt yapısına sahip bir ülke olmakla birlikte ve bu teknolojik alt yapının efektif kullanımı

ile ekonomik kalkınmanın sağlandığı en iyi örnektir. Cenova ise Avrupa Birliği tarafından açılan Akıllı Şehir finansal desteklerinden en fazla yararlanan şehir olarak 2011 yılından itibaren 5,5 milyon Euro bütçe alarak akıllı şehire geçiş sürecine girmiştir.

Yukarıdan aşağıya Yaklaşım ve Aşağıdan Yukarıya Yaklaşım

Yukarıdan aşağıya bir yaklaşım, hiyerarşik bir yapıda bir üst seviyedeki aktörler tarafından teşvik edilen veya yönlendirilen ve daha düşük seviyedeki aktörlerin dahil edilmesi yoluyla aşamalı olarak dağılan ve uygulanan bir süreci ifade eder. Bu yaklaşım merkezi bir otorite ve kontrole dayanmaktadır. Süreç yönetimi, otorite sahibi bir aktör tarafından düzenlenir. Bu yaklaşımın en büyük riski ve dezavantajı hiyerarşik olarak altta bulunan paydaşların dikkate alınmama durumudur. Yukarıdan aşağıya yaklaşımın aksine, aşağıdan yukarıya yaklaşım, sürecin hiyerarşinin en küçük yapı birimlerinden başlayıp organik olarak ortaya çıkan girişimlerin büyümesi ve bu süreçte kademeli olarak daha yüksek hiyerarşik seviyelerin katılımı ile gerçekleşir. Şehirler söz konusu olduğunda, yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya yaklaşım hiyerarşiler arası ilişkiden ziyade daha düşük seviyelerde ve karmaşık örgütsel sistemler arasındaki ilişkiyi ifade eder. Akıllı şehir konseptinde ise aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya yaklaşımı Akıllı Şehirlere geçiş sürecinin başlamasına vesile olan ilk girişimlerin kim tarafından ve nasıl yapıldığıyla ilgilidir. Dünya'dan farklı örnek olayların incelendiği bu kısımda yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya yaklaşımları içeren Barcelona, Amsterdam, Singapur ve Cenova örnek olayları incelenmiştir. Aynı zamanda şehirlerin önceliklerine göre Akıllı Şehir sürecinde vermiş oldukları öncelikler ve bu önceliklere yönelik uygulanan projeler incelenmiştir.



Şekil 3.5: Yukarıdan aşağıya Yaklaşım ve Aşağıdan Yukarıya Yaklaşım.

3.2.1 Barcelona örneği

Barcelona, Amsterdam, Singapur ve Cenova örnek olayları incelenmiştir. Aynı zamanda şehirlerin önceliklerine göre Akıllı Şehir sürecinde vermiş oldukları öncelikler

Barselona, 2014 yılında Avrupa Komisyonu tarafından verilen Avrupa İnovasyon Başkenti ödülünü almaya hak kazanmıştır [87]. Bu ödülü almadan dört yıl önce Barcelona Şehir Konseyi teknolojinin kullanımı teşvik edilerek ekonomik büyüme ve yaşam kalitesinin artırılmasını hedefleyen ‘Halkın Şehri Barselona’ projesini başlatmıştır. Bu akıllı şehir projesi 5 ana eksen üzerine oluşturulmuştur: 1) Açık Veri İnisiyatifleri, 2) Sürdürülebilir Şehir Geliştirme Girişimleri (Akıllı Aydınlatma Sistemleri, Elektrikli Araçları ile ulaşım ve enerji tasarrufu, 3) Sosyal İnovasyon, 4) Araştırma merkezleri, üniversiteler, özel sektör ve kamu kuruluşları arasında iş birliğinin sağlanması ve 5) BİT teknolojilerine dayalı şehir akıllı hizmetlerin sunulmasıdır. iCapital olarak adlandırılan Barselona’nın sürdürülebilir inovasyon ekosistemi; kamu kuruluşları, özel sektör (küresel ve ulusal firmalar, yerel girişimler), vatandaşlar ve şehrin alt yapısından oluşmaktadır [87]. Barselona’nın, son on yılda kentsel gelişimi sağlayarak iş fırsatlarının arttığı ve

yaşam kalitesinin iyileştiği bir ekosistemi başarıyla geliştirdiği görülmektedir. 2008’de yaşanan ve etkileri devam etmekte olan küresel kriz İspanya’yı özellikle etkilemiş olsa da Barselona yerel inovasyon dinamiklerini destekleyen politikalar izleyebilmiştir. Küresel olarak turizm merkezi olarak bilinen Barselona Avrupa’da yeni işletmelere eve sahipliği yapan en iyi 5. Şehir seçilmesi ile birlikte Akıllı Şehir yaklaşımında iyi örnek olarak gösterilen bir şehir haline geldi [89]. Aynı zamanda 22@Barcelona isimli inovasyon bölgesi (innovative district)' ni geliştirerek inovasyon bölgesine sahip olan ilk şehirlerden olmuştur. Bu teknoloji ve inovasyon merkezi Barselona Akıllı Şehir projesi kapsamında şehrin teknoloji girişimlerine ev sahipliği yapıyor.

30 yıl önce sadece iki belediye binası arasında var olan fiber optik altyapı şu anda Barselona’da 802.896 kilometrekarelik bir alana sahiptir. Fiber optik altyapının oluşturulması ile birlikte 300 milyon euro harcanması düşünülen akıllı şehir projesinin bütçesi 30 milyon euroya indirgenmiştir. Barselona’daki geniş kapsamlı akıllı şehir yatırımları 2011 yılında teknoloji devi Cisco’nun yatırım yapmasıyla başlamıştır[88]. Cisco, Barcelona şehri için Nesnelerin İnterneti alt yapısının kurulması için şehre 30 Milyon euro değerinde yatırım yapmıştır. Kablosuz telekomünikasyon şirketi Cellnex Telecom şehirde var olan tüm kablosuz ağ sağlayıcılarının entegre hale gelerek şehir çapında kablosuz ağ kurulması ihalesini tamamladı. Cisco ve Cellnex Telecom Barselona Akıllı Şehir projesinin kilit teknoloji sağlayıcılarıdır [89].

Akıllı Barselona projesinin amacı insanları, bilgiyi ve şehrin tüm elementleri BİT teknolojileri kullanarak bağlantılı hale getirerek sürdürülebilir bir şehir, rekabetçi ve yenilikçi ticaret ve daha iyi yaşam koşulları sağlamayı hedeflenmektedir [90]. Aynı zamanda kamu, vatandaş ve özel sektör arasındaki iş birliğini geliştirerek bilgi toplumu oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu strateji uluslararası teşvik, uluslararası iş birliği ve yerel projelere odaklanmaktadır. Barselona’da şu an gerçekleşmekte olan 100’den fazla yerel proje vardır. Tüm bu projeler kamu, özel sektör, akademi ve vatandaşları içeren bir iş birliği içerisinde gerçekleşmektedir.

Sentilo: Sentilo, açık kodlu ve birlikte çalışabilirlik özellikleri taşıyan akıllı şehir mimarisine uygun şekilde tasarlanmış sensör ve aktüatör platformdur. Sentilo, şehirde var olan tüm sensörlerde üretilen verilerin gerçek zamanlı olarak tek bir platformda toplandığı ve paylaşıldığı platformdur. Toplanan veriler gerçek zamanlı olarak açık

veri olarak bu platformdan paylaşılır. Bu platform aktif ve çeşitli topluluklar ve firmalar tarafından kullanılmakta ve geliştirilmektedir. Akıllı şehirler için alınması gereken ilk akıllı karar olarak açık veri standartlarına uygun açık veri ve ücretsiz yazılımların kullanılmasıdır. Dikey çözümleri önlemek adına Sentilo, farklı sistemler arasında bilgi paylaşımını ve eski sürümleri kolayca entegre etmek amacıyla çapraz bir platform (cross platform) olarak tasarlanmıştır. (<http://www.sentilo.io/>)

Open Data BCN: Open Data BCN, Barselona şehrinin açık veri portalıdır. Şehrin veritabanında var olan verilerin açıklık ilkesine dayanarak halkla paylaşıldığı bir portaldır. Open Data BCN ile birlikte yönetimdeki şeffaflığın sağlanmasının yanında açık verinin evrenselleştirilmesi de sağlanmaktadır. Açık veri olarak paylaşılan bu veriler vatandaşlar, işletmeler, enstitüler ve diğer aktörler tarafından kullanılabilir ve bu aktörler veriyi kullanarak yeni hizmetler/uygulamalar geliştirebilir veya var olan hizmetlerini geliştirebilirler. Verinin açık veri olarak paylaşılması toplumun ihtiyaçlarının analiz edilmesine yardımcı olur, açık veri inisiyatiflerini güçlendirir ve verinin tekrar kullanılarak ekonomik değeri olan yeni ürünler ortaya çıkmasını sağlayabilir. Açık veri yenilikçi teknolojilerin gelişmesi ve ekonomik kalkınmayı destekler. (<https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/en>)

Barselona Akıllı Ulaşım: Akıllı Şehir Barselona projesinin bir alt programı olan Barselona’da Akıllı Ulaşım projesi ile sürdürülebilir doğa dostu bir ulaşım sistemi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Dünyada akıllı kent konseptine iyi örnek olarak verilen Barselona, yenilenebilir enerjiyi toplu taşıma ve ulaşım sistemlerinde ilk kullanan şehirlerinden bir tanesidir. Başta toplu taşımacılık olmak üzere şehrin çevresel etkilerini en aza indirmek, temiz ve kaliteli hava, su ve güneş ışığı sağlayarak vatandaşların yaşam kalitesini iyileştirmek için elektrikli araçların kullanılmasında somut adımlar atmıştır. Belediye meclisi enerjinin verimli kullanılması ve çevresel kirliliği azaltılması amacıyla fosil yakıt kullanan araçların elektrikli araçlara dönüştürülmesi amaçlamıştır. Bu amaçlar doğrultusunda altyapı yatırımları yapılmıştır. Şehrin geneline halkın ücretsiz kullanımına açık 480 elektrikli şarj istasyonu inşa edilmiştir. Akıllı Park sisteminin uygulanması için sensörler yerleştirilmiştir. Aynı zamanda Akıllı Aydınlatma sistemi ile enerji tasarrufu sağlanmıştır. Hava ve ses kalitesini ölçen sensörler yerleştirilmiştir. Buna ek olarak, trafik yönetim sistemi nesnelerin interneti ve bulut bilişim teknolojileri kullanılarak yönetilmeye başlanmıştır. Bu trafik kontrol sistemi ile acil durumlarda ambulans,

itfaiye ve polis yetkilileri gibi en kısa zamanda hedef noktalarına ulaşmak için bulundukları konumdaki trafik ışığını kırmızıdan yeşile çevirebilmektedir. Akıllı Ulaşım'da göze çarpan diğer bir alt yapı çalışması da tüm otobüs duraklarının interaktif durağa çevrilmesidir. Güneş panelleri ile enerjisini üreten otobüs durakları bu enerji ile ışıklandırma, kablosuz internet paylaşımı ve USB girişleri ile enerji paylaşımı hizmeti vermektedir. Aynı zamandan bu otobüs duraklarındaki dokunmatik ekranlarla otobüslerin varış zamanları ve şehre ait diğer bilgilerde halkın kullanımına sunulmuştur.

Apps4 BCN: Apps4 BCN, şehir sakinlerinin sanal olarak bir araya geldikleri ve şehir hizmetlerinin iyileştirilmesine yönelik geri dönüşlerini paylaşabildikleri bir platformdur. Barselona'da yaşayan uzmanların bir araya gelerek oluşturdukları bu uygulama ile birlikte vatandaşlar vatandaşların yaşam kalitelerini geliştirebilecekleri alanları tartışıp ve tecrübe paylaşımında bulunmaktadır. Bu portalın amacı şehir sakinlerinin hayatı kolaylaştırmak, mobil uygulamalar endüstrisinde katma değeri olan ticari faaliyetler oluşturmak, yetenek ve girişimleri bir araya getirmek, ve Barselona'yı mobil uygulamaların geliştirilmesi alanında iyi bir yerde konumlandırmaktır. Bu platform sayesinde geliştirilen uygulamalara aşağıdaki linkten erişilebilir. (<https://ajuntament.barcelona.cat/apps/en/>)

MAP BARCELONA + SUSTAINABLE: Barselona'daki sosyal ve çevresel açıdan ilgi çekici girişimleri ve siteleri içeren interaktif bir haritadır. Harita; kamusal kuruluşlar, şirketler ve Belediye Meclisi arasındaki işbirliğinin bir ürünüdür. Kentsel çevreyi iyileştirmek, daha eşit ve kapsayıcı bir sosyal yapı inşa etmek ve toplumu ve komşuluk yapısını zenginleştirmek için ortaya çıkan girişimleri ve kaynakları son kullanıcıya sunar. (<http://www.bcn sostenible.cat/en/mapa/index>)

3.2.2 Amsterdam örneği

Şbirliğinin Dijital şehir konsepti, BİT teknolojileri kullanılarak şehir sakinlerinin web portalı aracılığıyla bir araya getirilmesi ile 1994'te Amsterdam'da doğmuştur. Özel bir inisiyatif olarak başlayan Dijital Amsterdam projesi kamu kurumları tarafından finansal olarak destek alamamıştır. Bu sebeple özel bir haline gelerek Dijital Amsterdam sosyal girişimini finansal olarak desteklemek için e-ticaret iş modeli ile kaynak üretilmeye çalışılmıştır [91].

Amsterdam'da karbon ayak izinin bilinirliğinin artması ile birlikte şehir olarak etkin enerji yönetimi ve çevresel kirlilik ile ilgili stratejilerin üretildiği ilk şehirlerden bir tanesidir. 2009'da Liander, Comparing Smart, Digital City 59, Accenture ve Amsterdamse Innovatie Motor firmalarının girişimi ve kamusal destek ile Amsterdam'ın akıllı şehire geçiş programı 'Amsterdam Smart City' başlamıştır. Bu akıllı şehir yaklaşımının önceliği daha verimli enerji kullanımı sağlamak için amacıyla Amsterdam'da pilot projeler gerçekleştirmek ve çevresel kirliliği ve CO2 emisyonunu azaltmaktır.

Amsterdam yaklaşımına göre Akıllı Şehir; beşerî ve sosyal sermayeye ve altyapıya yapılan yatırımların, sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı sağlaması, yaşam kalitesini artırması ve enerji ve doğal kaynaklarının etkin kullanımının sağlanmasını gerektirir.

Amsterdam Akıllı Şehir iş birliği bu tanıma göre Amsterdam Akıllı Şehir stratejisini belirlemiştir. Amsterdam şehri literatürdeki ilginç bir örnek çalışmalıdır, çünkü dijital şehir aşamasında sanal bir topluluk ile başlayan vatandaşın katılımı Akıllı Amsterdam projesinin temelini oluşturmuştur. Vatandaş katılımı hala <https://amsterdamsmartcity.com/> portalı üzerinden devam etmektedir. Amsterdam Dijital Şehir projesine ön ayak olan The Balie ve Hacktic isimli inisiyatiflerdir. Bu inisiyatifler tarafından yayınlanan De Digitale Stad platformu ile birlikte Amsterdam'da yaşayan vatandaşların online olarak katılabilecekleri demokratik bir platform kurulmuştur. Akıllı Amsterdam projesi ise 2019 yılında Amsterdam Belediyesi'nin öncülüğünde ve özel firmaların katılımı ile çevresel problemlerin üstesinden gelmek ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla başlatılmıştır. Amsterdam Smart City, bugün CISCO ve IBM de dahil olmak üzere 70'den fazla ortaktan oluşan özel işletmeler, kamu kurumları, araştırma kurumları ve Amsterdam'da yaşayan vatandaşların iş birliği ile oluşturulmuş bütünsel bir projedir. Akıllı Amsterdam projesinin ana odak noktaları akıllı yaşam, akıllı çalışma, akıllı ulaşım ve açık verilerdir [91]. Akıllı Amsterdam projesi kapsamından belirlenen stratejiler kapsamında hedeflere ulaşabilmek için özel sektör ve kamu ortaklığını içeren 5 farklı temada 43 farklı proje gerçekleştirilmektedir. Projelerin genel olarak odaklandığı tema enerji tasarrufu ve açık veri bağlantısıdır.

Başlangıçta küçük çapta test edilen projeler ve verimli olduklarını kanıtlanınca daha geniş alanlara ölçeklenere projelerin kapsamı genişletilmiştir. Amsterdam Smart City' nin en çok bilinen projelerinden biri, popüler alışveriş

caddesi Utrechtsestraat'ta 2009'dan 2011'e kadar olan dönemde gerçekleştirilen Climate Street projesidir. Bu dönemde, sokakta hem kamusal alanlarda hem de özel işletmelerde bir dizi akıllı ve enerji tasarrufu sağlayan cihazlar (akıllı sayaçlar, enerji göstergeleri, akıllı prizler ve akıllı aydınlatma) ile donatıldı. Bu iki yıllık dilimde, bu sokakta %8 oranında bir enerji tasarrufu sağlanmıştır [92].

Enerji tasarrufu temalı diğer bir örnek proje ise West Orange projesidir. Bu proje kapsamında, Amsterdam'daki 400 ev akıllı sayaç ve enerji tasarrufu yapmalarına yardımcı olacak ekipmanlar ile donatıldı. Bu sistem ile birlikte ev sakinleri akıllı sayaçlarına kablosuz bir şekilde bağlanıp enerji tüketimlerini izleyebilmektedirler. Bu proje kapsamında enerji tüketimi en az %14 azaltılmıştır ve aynı miktarda CO2 emisyon salınımı da engellenmiştir [91].

Amsterdam Innovation Arena: Karlılığı, sürdürülebilirliği, güvenliği ve müşteri deneyimini artırmak amacıyla yenilikçi Akıllı Şehir ve Akıllı Stadyum uygulamalarının oluşturulmasını ve tüm dünyaya pazarlanmasını başlatılmış bir projedir. Bu proje ile birlikte akıllı şehir sektöründeki küresel firmalar yenilikçi akıllı yaşam alanları geliştirmek üzere ar-ge çalışmaları yapmaktadır.

Almere smart society: Almere Smart Society, Almere'de, BİT ve teknoloji ile yaşam Almere'deki yaşam ve çalışma kalitesi artırmaya yönelik bir projedir.

Amsterdam free Wifi: Amsterdam şehri kapsamında ücretsiz kablosuz ağ sağlama projesidir. Bu proje kapsamında IJburg adasının da fiber ağ altyapısı kurulmuştur.

AmsterdamOpent.nl: AmsterdamOpent.nl, Amsterdam yaşayan vatandaşların soru sorabilecekleri ve fikirlerini paylaşmalarını sağlayan bir platformdur.

Apps for Amsterdam: Amsterdam için Uygulamalar, geliştiricilerin belediyenin verilerine dayalı uygulamalar geliştirme amacıyla bir araya geldikleri Amsterdam Belediyesi'nin ikinci açık veri yarışmasıdır.

Climate street: Girişimciler ile tarafından Utrechtsestraat sürdürülebilir yenilikçi teknolojilerin denendiği bir alışveriş caddesi projesidir.

Health-Lab: Health-Lab, özel sektör, kamu, sağlık ve araştırma enstitülerinin bir araya gelerek BİT teknolojilerinin yardımıyla hasta bakım hizmetlerine yönelik teknolojilerin geliştirildiği merkezdir.

Smart traffic management: Amsterdam'ın kendine ait bir sanal trafik yöneticisi vardır şehirdeki sensörler ve makine öğrenmesinin yardımıyla sistem trafik yönetimini optimize eder. (<https://amsterdamsmartcity.com/projects/smart-traffic-management#about>)

WEGO Car sharing: WeGo şehirdeki taşıt sayısını azaltmak ve CO2 emisyonunu azaltmak üzere kurulmuş olan araba paylaşım platformudur. Araçlarda nesnelerin interneti teknolojisini kullanarak araçların mobil uygulamayla kapılarının açılıp kullanıma sunulmasını sağlamaktadır.

Amsterdam örnek olay incelemesinin analizi akıllı şehir ve dijital şehir stratejilerinin içeriğini daha iyi anlamak, bu iki kentsel gelişim yolunu karşılaştırmak ve akıllı şehir programlarının uygulamasının teorik tanımları yansıtıp yansıtmadığını doğrulamak için çok faydalı bir örnek olmuştur. Akıllı Amsterdam projesi aslında akıllı ve dijital şehir yaklaşımlarının ikisini de içermektedir. Akıllı şehir yaklaşımı ile dijital şehir yaklaşımını birbirinden tamamen ayırmak mümkün değildir. Dijital şehirler, akıllı şehir projelerinin uygulanabilmesi için şehirlere bir altlık oluştururlar.

Son olarak, vatandaşın rolü daha önceki akıllı şehir inisiyatiflerini arka planda bırakmışken Akıllı Amsterdam projesinde vatandaşlar dijital ve akıllı projelere dahil olmuşlardır. Bu anlamda Akıllı Amsterdam projesi halkın demokratik katılımının artırılması ve sosyal anlamda halkın yaşam kalitesinin arttığı iyi bir örnektir. Bu projelerle Amsterdam Smart City uluslararası alanda en başarılı akıllı şehir girişimlerinden biri olarak tanınmıştır. 2014 yılında Avrupa'nın en akıllı ikinci şehri ödülünü almaya layık görülmüştür [92].

3.2.3 Singapur örneği

Singapur, ekonomisi ağırlıklı olarak bilgi teknolojilerine dayanan, doğal kaynakları olmayan bir şehir devletidir. 1981 yılında hükümet, ekonomisini büyütme ve yaşam kalitesini iyileştirmek için dijitalleşme vizyonu ile Ulusal Bilgisayar Kurulu'nu (NCB) kurdu. 2015 yılından Smart Nation programı kalkınma planı geliştirildi. Bu plan kapsamında BİT altyapılarını geliştirerek Smart Nation (Akıllı Ulus)'in oluşumunun desteklenmesine başlanmıştır. Bu programın temel amacı yüksek hızda internet, her yere yayılan güvenilir ve akıllı BİT altyapı oluşturularak Akıllı şehir fonksiyonları güçlendirmektir [92]. Bunun yanında Smart Nation projesinin özel amaçları aşağıdaki gibidir:

- BİT endüstrisinde küresel markette birinci olmak
- BİT'nin piyasa değerini ikiye katlayıp 26 milyar dolarlık ciroya erişmek
- BİT kullanımının desteği ile ihracatını üçe katlayıp 44 milyar dolarlık ciroya erişmek
- 80000 yeni istihdam alanı oluşturmak
- Nüfusun 90'ına geniş bantlı internet erişimi sağlamak
- Tüm öğrencilerin bilgisayarları olmalarını sağlamak
- Yaratıcı ve akıllı toplum oluşturmak

Smart Nation projesi kapsamında BİT teknolojilerinin kamu hizmetlerinde, ekonomik hayatta ve günlük hayatta etkin olarak kullanılması projenin nihai hedeflerindendir. Aynı zamanda Smart Nation programı; nesnelerin interneti standartlar oluşturma gibi girişimleri içermektedir [92].

CODEX, e-Citizen: Core Operations Development Environment and eXchange (CODEX), devlet hizmetlerinin daha hızlı ve daha verimli bir şekilde vatandaşlara dijital olarak sunulmasını sağlayan dijital platformdur. 60 Bakanlık ve 385'ten fazla online hizmetle Singapur vatandaşlarının hizmetine sunulmuştur. Bu platform ile birlikte vatandaşlar vergi ödeme, kredi ödeme, vergi sorgulama, hastane randevusu alma ve sağlık takibi gibi kamusal işlerini online olarak gerçekleştirebilmektedir.

data.gov.sg: Singapur'un açık veri paylaşım platformu olan data.gov.sg 5000'den fazla veri seti içermektedir. 2011 yılında başlatılan proje 70 kamu kurumunun verilerini paylaşması ile veri tabanını zenginleştirmiştir. Şu anda Singapur'da açık veri platformundan elde edilen veriler kullanılarak geliştirilen 100'den fazla mobil uygulama vardır.

Wireless @SG: Wireless @ SG, halka açık yerlerde sunulan ücretsiz kablosuz genişbant internet hizmetinin sağlanması için geliştirilen projedir. Dünyadaki çoğu halka açık Wi-Fi servisinden daha hızlı internet hizmeti (5 Mbps) vermektedir. Ayrıca, hizmetin erişilebilirliğini arttırmak için, 2018 yılında ücretsiz wifi noktaları 10.000'den 20.000'e çıkarılmıştır.

Smart Nation Sensor Platform: Akıllı Ulus Sensör Platformu; belediye hizmetlerini, şehir düzeyinde operasyonları, planlama ve güvenliği geliştirmek için ülke çapında

entegre bir sensör platformudur. Bu platform ile birlikte şehrin planlaması ve organizasyonunu iyileştirmek, gerçek zamanlı veriye dayalı güvenilir toplu taşıma sistemini geliştirmek ve güvenliği sağlamak hedeflenmiştir.

OneMap: New OneMap, Singapur Arazi Otoritesi tarafından geliştirilen en detaylı ve gerçek zamanlı güncellenen bilgileri içeren Singapur'un ulusal haritasıdır. Devlet kurumlarının tarafından bilgiler bu sistemde güncellenerek veri silolarının oluşması önlenmiştir. Vatandaşlar tüm mülk işlemleriyle ilgili verilere (konum, mülk türü, işlem süresi, fiyat aralığı vb.) bu harita üzerinden erişebilir. (<https://www.onemap.sg>)

Beeline: Beeline; Singapur'un akıllı toplu taşıma uygulamasıdır. Kullanıcıların gitmek istedikleri rotayı gerçek zamanlı verilerle en düşük maliyetle ve en konforlu şekilde gidebilecekleri rotaları kullanıcılara önerir. Kullanıcılar ödemelerini bu uygulama ile online olarak yapıp otobüsten veya trenden yer ayırabilirler. Aynı zamanda kullanıcılardan elde edilen verilerle toplu taşıma araçlarının optimizasyonu yapılır.

MyENV: MyENV, hava durumu ve çevre verilerine dair gerçek zamanlı veri güncellenmesinin paylaşıldığı kullanışlı bir mobil uygulamadır. Aynı zamanda kullanıcılar çevre ve gürültü kirliliği ile şikayetlerini geotag ile birlikte yetkililere raporlayabilmektedir.

OneService: OneService, vatandaşların şehirdeki sorunlarını bildirebilecekleri mobil uygulamadır. Vatandaşlar sorunları fotoğraf, konum bilgisi ve açıklama ekleyerek raporlayıp raporlanan sorunu bu uygulama üzerinden takip edebilirler. Fotoğraf ekleme ve coğrafi etiketleme işlevleri, belediye sorunlarının daha eksiksiz ve hassas raporlanmasını kolaylaştırır.

MyTransportSG: MyTransport.SG, şehirdeki ulaşım ile ilgili verileri araç sürücüleri ve yayalar ile paylaşıldığı mobil uygulamadır. Gerçek zamanlı trafik yoğunluğu, otobüs çizelgeleri, uygun park yeri ve otoban fiyatlandırmaları kullanıcılar ile paylaşılmaktadır. (<https://www.mytransport.sg>)

UP Singapore: UP Singapore, Singapur Belediyesi tarafından desteklenen hackathonlar serisidir. Bu hackathonlarda şehrin açık veri platformunda paylaşılacak açık veri setleri kullanılarak katılımcıların şehirdeki problemlere çözüm önerileri geliştirerek ve yeni uygulamalar geliştirmesi sağlanmaktadır.

Intelligent Energy System - Smart Meter: Akıllı enerji sistemi” girişimi, yeni akıllı şebeke uygulamalarını test etmek için Singapur Enerji Piyasası Kurumu ve Singapore Power tarafından ortak yürütülen bir pilot projedir. Elektrik tüketim verilerini görüntülemek için bu pilot bölgedeki evler akıllı sayaç ile donatılmıştır. Kullanıcılar enerji tüketimlerini gerçek zamanlı olarak izleyebilmekte ve tarife değişikliklerini anlık olarak görüntüleyebilmektedir.

PARKING.SG: Parking.SG, mobil cihazlar kullanarak en yakın uygun park yerinin bulunabildiği ve bu konuma yönlendirmenin yapıldığı ve otopark ücretinin online olarak ödenebildiği mobil uygulamadır. Bu uygulama aynı zamanda otomatik olarak park ücretlerini hesaplar ve park süresi dolmak üzereyken sürücüyü uyarır ve sürücü uygulamadan park süresini uzatabilir. (<https://www.parking.sg/>)

Singapur hükümeti, Smart Nation projesinin beşinci yılında kalkınma planında ortaya konulduğu gibi beklentilerinin çoğunu gerçekleştirdi. Singapur, bugün genişleyen bir hizmet ekonomisine sahip, dünyanın en güçlü bilişim merkezlerinden biridir. Aynı zamanda akıllı kent konseptinde birçok şehre rol model olmaya devam etmektedir.

3.2.4 Cenova örneği

güçlü bilişim merkezlerinden biridir. Aynı zamanda akıllı kent konseptinde birçok şehre rol model olmaya devam Cenova, akıllı şehirler arasında Avrupa komisyonu tarafından Akıllı Şehir hibelerinden en çok desteklenen şehirdir. Bu finansal destekler ile birlikte Cenova, akıllı şehre geçiş sürecine başladı. Cenova, 2011 yılında başlatılan akıllı şehir çağrılarını için üç proje sundu ve bu projelerin desteklenmesi ile şehirdeki akıllı şehir uygulamalarına toplam 5,5 milyon Euro fon sağladı. Cenova'ya başarılı kılan en önemli etmenler projeleri hazırlayan ekibin güçlü olması ve Cenova Smart City projesinin stratejisinin kapsayıcı olmasıdır. Cenova Smart City girişimi Cenova Belediyesi tarafından başlatılmıştır. Projenin en önemli ortakları şehirdeki büyük enerji firması Enel Spa, açık veri kuruluşu GSCA ve Cenova Üniversitesi Teknik Fakültesidir. Devlet kurumu, özel sektör ve üniversite iş birliği şehrin akıllı şehre geçiş sürecinde araştırmaların yapılması ve akıllı şehir uygulamalarının şehirde yaygınlaştırılması adına şehirde iyi bir sinerji oluşturmuştur. Cenova Akıllı Şehir projesi tüm bu ortakları barındıran Cenova Akıllı Şehir Birliği tarafından yürütülmektedir. Cenova Smart City kapsamında Cenova’da 9 kapsamlı proje ve 51 akıllı şehir inisiyatifi bulunmaktadır. Cenova Akıllı Şehir Birliği tarafından tek bir

merkezden yürütülen bu süreç ve akıllı şehir idealine ulaşmak amacıyla çok yönlü ve çok amaçlı akıllı uygulamalar içermesi sebebiyle Cenova en iyi akıllı şehir örneklerinden bir tanesi olarak değerlendirilebilir [94].

Illuminate: Tüm şehri kapsayan akıllı aydınlatma sistemi ile şehirdeki enerji tasarrufunu artırmayı sağlayan projedir.

ElihMed: Devlet kurumlarına ait binaların yenilikçi yöntemlerle restore edilip ısı yalıtımlarının artırılması ve enerji tasarrufu sağlayacak donanımlar ile donatıldığı projedir.

CELSIUS: Bölgesel ısıtma ve soğutma konusunda pilot proje geliştirme sistemler ve enerji ağlarının geliştirildiği projedir.

ICITY: Şehirdeki tüm kamu hizmetlerinin bir platformda toplandığı e-devlet sisteminin geliştirilmesi projesidir.

Peripheria: Son kullanıcıların şehir planlamasına ve şehir hizmetlerinin geliştirilmesine katılımlarının artırılması amacıyla BİT teknolojileri ve Living Labı araç olarak kullanılarak yeni yaklaşımların üretilmesi projesidir.

HARMONISE: Güvenlik ve Sürdürülebilir Şehir planlanması ile ilgili iyi örneklerin ve Avrupa standartlarının geliştirildiği projedir.

3.2.5 Örneklerin karşılaştırılması

Tablo 3.1: Örnek olay incelemelerinin karşılaştırılması.

	Barcelona	Amsterdam digital city	Amsterdam smart city	Genova smart city	Singapur
Başlangıç Süreci	Aşağıdan Yukarıya Yaklaşım	Aşağıdan Yukarıya Yaklaşım	Yukarıdan Aşağıya Yaklaşım	Yukarıdan Aşağıya Yaklaşım	Yukarıdan Aşağıya Yaklaşım
Katılım	Açık	Açık	Kapalı	Açık	Kapalı
Organizasyon yapısı	Hiyerarşik	Düz yapı	Hiyerarşik	Düz yapı (Flat)	Hiyerarşik

Tablo 3.1: Örnek olay incelemelerinin karşılaştırılması(devam).

	Barcelona	Amsterdam digital city	Amsterdam smart city	Genova smart city	Singapur
Projeyi başlatan	Özel firma	Özel firma	Kamu kuruluşu	Kamu kuruluşu	Kamu kuruluşu
Aktörler	Özel firma ve kamu kurumları	Özel firma ve kamu kurumları	Özel firma ve kamu kurumları	Özel firma, sivil toplum kuruluşları ve kamu kurumları	Özel firma ve kamu kurumları
Yönetim	Resmi yönetim-Formal	Kendi kendini yöneten platform	Resmi yönetim-Formal	Resmi yönetim-Formal	Resmi yönetim-Formal

3.3 Türkiye’de Akıllı Şehir Çalışmaları

Türkiye’de akıllı şehirlere geçiş süreci ile ilgili ilk defa bütünsel bir yaklaşım Onuncu Kalkınma Planı’nda geliştirilmiştir. Onuncu Kalkınma Planı’nda akıllı şehirlere yer verilmesi ile birlikte başta Çevre ve Şehircilik Bakanlığı olmak üzere kamu kuruluşları ve özel sektörde teknoloji firmaları stratejik planlarında akıllı şehir ve akıllı şehir uygulamalarına yönelik çalışmalara yer vermiştir. Türkiye’de şehirlerin akıllı şehirlere geçiş sürecinde merkezi otorite, yerel otoriteler ve özel sektör tarafından gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar vardır. Bu bölümde Türkiye’de merkezi otorite, yerel otoriteden ve özel sektör tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ve iyi örnekler incelenecektir.

3.3.1 Merkezi otorite tarafından gerçekleştirilen çalışmalar

Akıllı şehirlere geçiş süreci aşamalı uzun vadede gerçekleşecek bir ideal olduğu için bu kapsamda birçok farklı temaya ilişkin stratejiler geliştirilmiştir. Bu stratejiler aşağıdaki gibidir.

- 2010-2023 KENTGES Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı
- 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı
- 2016-2019 Ulusal e-Devlet Stratejisi ve Eylem Planı
- 2016- 2019 Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi ve Eylem Planı
- 2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı
- 2017-2023 Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı

Türkiye genelinde bütünsel akıllı şehir çalışmalarının geliştirilmesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın politika sahibi olduğu ve TÜBİTAK Bilgem tarafından yürütülen 2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır. 2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı projesinin geliştirilmesi sürecinde merkezi otorite, il ve ilçe belediyeleri, özel sektör temsilcileri, sivil toplum kuruluşları ve üniversitelerin ilgili bölümlerinden akademisyenler analiz çalışmaları ve odak gruplarına katılarak bu politikaların geliştirilmesine dahil olmuştur. Bu kapsamda uluslararası literatür çalışması, yurtdışı yerinde inceleme ziyaretleri, kapasite kazandırma çalıştay, merkez yönetim ve tedarikçi çalıştay, paydaş görüşmeleri, uluslararası strateji belgesi incelemesi ve dünya örneği incelemesi ve yerel yönetim anketleri gibi faaliyetler gerçekleştirilmiştir [95].

2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı projesi: 2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı projesi; Mevcut Durum Analizi ve İhtiyaçların Tanımlanması, 2019 – 2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'nın Hazırlanması, Akıllı Şehirler Ekosistemi Kapasite Kazandırma, Ulusal Akıllı Şehirler İzleme Değerlendirme Modeli ve Sisteminin Oluşturulması, Ulusal Akıllı Şehirler Olgunluk Değerlendirme Modelinin Oluşturulması safhalarını içermektedir [97].

Bu proje kapsamında belirlenen öncelikli dört eylem aşağıdaki gibidir.

- Her şehrin ihtiyaçları doğrultusunda şehire özgü akıllı şehir stratejisi ve yol haritası hazırlanması
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan Akıllı şehir olgunluk değerlendirme modeli kullanılarak akıllı şehir endeksi oluşturulması

- Kamu değeri yüksek akıllı şehir projeleri geliştirilerek etkin bir şekilde planlanması, hayata geçirilmesi ve yaygınlaştırılması
- Akıllı şehir yatırımlarında kaynakların etkin ve verimli kullanımına yönelik bütüncül ve planlı bir yatırım ortamı sağlanacak, finansal olarak teşvik edici ve kolaylaştırıcı ortam oluşturulacaktır.

Akıllı Kent Bilgi Paylaşım Portalı: Akıllı Kent ekosistemi paydaşları arasında bilgi paylaşımı adına Akıllı Kentler Bilgi Paylaşım Portalı kurulmuştur. Bu portalı amacı Akıllı Kentler ekosistem paydaşları arasında bilgi alışverişinin sağlanması ve kamuda Akıllı Kentler ile ilgili konularda eğitim, seminer, çalıştay, odak grup toplantıları ve etkinliklerin yaygınlaştırılması olarak hedeflenmiştir. Portal oluşturulmuştur olmasına rağmen henüz aktif olarak kullanılmamaktadır. Akıllı şehrin her bir paydaşı bu portalda hesap oluşturabiliyor ve şehir ile ilgili fikirlerini ilgili paydaşlar ile paylaşabilmektedir [98]. (<https://www.akillikent.gov.tr>)

Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) Altyapısının Kurulumu Projesi: Mekansal verinin günümüzde kamu kurumları, belediyeler, özel sektör, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve vatandaşlar tarafından kullanılmaya başlanması; üretilen verilerin kalitesi, üretim metodolojileri, saklama yöntemleri ve etkin kullanımı konusunda ulusal ölçekte yeni politika ve stratejilerin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan Coğrafi Bilgi Stratejisi ve Eylem Planı projesi kapsamında, coğrafi bilginin gelecekte nasıl ülkemizde hangi stratejiler ve eylemler çerçevesinde üretileceğinin yol haritası oluşturulmak istenmiştir. Bütün akıllı şehir uygulamaları verilerin tutarlı olduğu sürdürülebilir ve bütüncül bir Coğrafi Bilgi Sistemi altyapısına ihtiyaç duyar. Bu anlamda Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) Altyapısının Kurulumu Projesi akıllı şehirlere geçiş sürecinde akıllı şehirlere altlık oluşturacaktır [96].

e-Devlet: Tüm kamu hizmetlerinin online olarak bir noktada birleştiği ve her an erişim imkânı sağlayan online bir hizmettir. E-devletin amacı tüm kamu hizmetlerinin BİT teknolojileri kullanılarak etkin bir şekilde sağlamaktır [97].

Dijital Türkiye: Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından başlatılan Dijital Türkiye projesi kapsamında Türkiye'nin Dijitalleşme ve Endüstri 4.0' e uyum sürecinde hangi adımların atılacağını ve hangi alanlara öncelik verileceğini ortaya

koyan bir yol haritası yayınlandı. Bu raporun hazırlanmasında üniversitelerden, özel sektörden ve sivil toplum kuruluşlarından destek alındı [98].

3.3.2 Yerel otoriteler tarafından gerçekleştirilen çalışmalar

Türkiye'nin Dijitalleşme ve Endüstri 4.0' e uyum sürecinde 2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı projesi kapsamında gerçekleştirilen Akıllı Şehir Endekslerine göre Türkiye'de akıllı şehir alanında öncülük yapan şehir İstanbul, Ankara ve Konya şehri olmuştur. Çalışmanın bu bölümünde İstanbul, Ankara ve Konya'da gerçekleşen akıllı şehir uygulamalarına yer verilmiştir. Şehirlerin önceliklerine ve ihtiyaçlarına göre şehirlerde gerçekleştirilen uygulamalar farklılık göstermektedir. İstanbul, Ankara ve Konya örneklerini incelediğimizde ortak olan uygulamaların şehirdeki trafiği düzenlemeye yönelik olduğunu görmekteyiz.

İstanbul'da gerçekleştirilen akıllı şehir uygulamaları

Çevre Kontrol Merkezi: İstanbul'da oluşan; belediye atığı, endüstriyel atık, ve benzeri atıkların naklini sağlayan araçların, atığın üretildiği noktadan atık toplama tesisine varıncaya kadar gerçekleştirdiği faaliyetler Çevre Kontrol Merkezi tarafından izlenmektedir. Araçlara monte edilen GPS ve sensörler aracılığıyla elde edilen veriler GSM üzerinden Çevre Kontrol Merkezi'ne aktarılmaktadır. Araçlar tarafından gerçekleştirilecek kural ihlalleri önlenmektedir ve kural ihlali gerçekleştirildiği takdirde tespit edilmektedir. Özellikle şehir içi trafiğine girmeleri yasak olan kamyonların rota takipleri Çevre Kontrol Merkezi tarafından yapılarak şehir içi trafik yoğunluğunun azaltılmasına katkı sağlanmaktadır.

Hava Kalitesi İzleme Merkezi: İstanbul'un yaşam kalitesini yükseltmek ve saygın bir dünya kenti olmasını sağlamak amacıyla hava kalitesinin iyileştirilmesi için İstanbul Hava Kalitesi İzleme Merkezi kurulmuştur. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı iş birliği ile 40 adet hava kalitesi izleme istasyonu tesis edilmiştir. İstanbul Hava Kalitesi verilerinin anlık olarak kamuoyu ile paylaşılmaktadır fakat geriye dönük verilere bu platformdan erişmek şu anlık mümkün değildir. (<https://havakalitesi.ibb.istanbul/Pages/AirQuality>)

Ulaşım Yönetim Merkezi: İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından BİT teknolojilerinden yararlanarak İstanbul'daki trafik yoğunluğunu azaltarak şehirdeki yaşam kalitesini artırmak amacıyla 1997 yılında Ulaşım Yönetim Merkezi kurulmuştur. Ulaşım Yönetim Merkezi İstanbul'da sürücüler, yolcular ve yayalar için

güvenli ve etkin bir trafik yönetimini sağlamayı hedeflemektedir. İstanbul'un farklı noktalarına yerleştirilen mobese kameraları, radar sistemleri, araç sayıcı ve diğer sensörlerle 7 gün 24 saat İstanbul'un trafiği izlenmektedir ve toplanan trafik büyük verisi gelişmiş yazılımlar ile analiz edilmektedir. Yapılan analiz sonuçları İBB CepTrafik, web radyosu ve şehirde bulunan dijital tabelalarda anlık olarak şehir sakinleri ile paylaşılmaktadır.

Fiber ağ ve İBB Kablosuz Bağlantı Noktaları: Akıllı şehre geçiş sürecinin olmazsa olmazlarından birisi olan bileşen, şehrin her yerde ve her an kusursuz bağlantıya sahip olmasıdır. Bu kapsamda İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin şirketi olan İsttelkom fiber ve kablosuz ağ bağlantısı başta olmak üzere İstanbul'daki internet bağlantı alt yapısını geliştirmeye yönelik projeler gerçekleştirmektedir. İstanbul'daki her eve 100 Mbps internet hızı sağlamak amacıyla 2019 yılı sonunda kadar İstanbul'da bulunan fiber ağın 6000 km ulaşması hedeflenmektedir. 2023 yıl sonu hedefi ise İstanbul'da 12000 km fiber ağ alt yapısı kurulmasıdır. Şu anda İstanbullulara ücretsiz olarak 1718 lokasyonda 3000'e yakın erişim noktasında İBB Wifi hizmeti sunulmaktadır. 2019 yılı sonuna 6000 erişim noktasında bu hizmetin sağlanması hedeflenmektedir [98-100].

3 Boyutlu Kent Modeli: 3 Boyutlu şehir modelleri; şehre ait detayların koordinatlı olarak gösterildiği şehrin dijital temsilidir. Akıllı şehirlerde şehre ait tüm verilerin bütünsel olarak sunulması için 3 boyutlu şehir modelleri altlık olarak kullanılmaktadır. Bu kapsamla İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin şirketi olan BİMTAŞ 3 Boyutlu İstanbul Modeli'nin oluşturulması ile ilgili proje gerçekleştirmektedir. Şu anda projenin hangi aşamada olduğu ile ilgili herhangi bilgiye erişilememiştir.

iTaksi: İBB tarafından geliştirilen iTaksi, İstanbul'da taksi kullanımını kolaylaştıran ve güvenli bir hale getiren mobil uygulamadır. Bu uygulama, konunuza en yakın taksiyi çağırmanızı ve ödemenizi online yapmanıza olanak sağlar. Araç içi kameralar ve panik butonu sayesinde en üst düzeyde güvenlik de sağlanmaktadır.

IoT Taksi Şapkası: İBB'nin İSBAK şirketi tarafından gerçekleştirilen IoT Taksi Şapkası projesi kapsamında, taksilerin şapkaları iTaksi uygulamasından aldığı bilgiye göre renk değiştirecektir. Böylelikle kullanıcılar taksinin doluluk durumunu kolaylıkla anlayabileceklerdir. Bu projenin Akıllı şehirler ile ilgili en önemli yani bu şapkaların sıcaklık, nem, gürültü, gyro, ivme ölçer ve hava kalitesini anlık olarak

ölçen sensörlere sahip olmasıdır. Bu veriler kullanılarak İstanbul'daki yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmektedir.

Yüzer Güneş Enerji Santrali: İstanbul'da yenilenebilir enerjiden maksimum seviyede yararlanmak amacıyla gerçekleştirilen Yüzer Güneş Enerji Santrali, 202 hanenin yıllık elektrik ihtiyacını karşılayacak güçte olup yılda 164 ton CO2 salınımının önlemektir.

İBB Yol Gösteren: İBB tarafından geliştirilen İBB Yol Gösteren navigasyon uygulaması, İstanbul'da anlık trafik bilgilerini kullanarak kullanıcıların en kısa sürede hedefe ulaşılmasını sağlar. Alternatif rotalar arasında İstanbul'daki tüm toplu taşıma araçlarını entegre ederek toplu taşıma seçeneklerini de sunar [101].

İspark: İspark uygulaması ile birlikte kullanıcılar bulundukları konuma en yakın olan uygun park yerlerini kontrol edebilir ve bu uygulamayı kullanarak uygun park yerine yönlendirme yapabilirler. Bu uygulama ile birlikte online ödeme yapmak mümkündür. Sürücüler bu uygulamayı kullanarak zaman ve yakıttan tasarruf edip CO2 salınımlarını düşürmektedirler.

Başakşehir Living Lab: Başakşehir Living Lab Başakşehir Belediyesi tarafından kurulan ve bilişim teknolojileri, tasarım konulu ürün ve hizmetlerin geliştirilebileceği ve gerçek yaşam ortamında, gerçek kullanıcılarla test edilebileceği bir merkezdir. Toplumun, yeni ürün ve hizmetlerin gerçek katma değerlerini görmesini sağlayan bir deneyim, araştırma ve inovasyon ortamıdır.

Adaptif Trafik Sinyal Kontrol: ATAK; artan trafik hacmi nedeniyle sıkışıklık yaşanan kavşakların gerçek zamanlı veriye dayanarak anlık olarak optimize edilmesi ile trafik akışının hızlandırıldığı bir sistemdir. ATAK sistemi ile birlikte taşıt gecikme sürelerini %20 ve buna bağlı olarak emisyonları %18, yakıt tüketimini %15 azaltmaktadır [102].

Ankara'da gerçekleştirilen akıllı şehir uygulamaları

Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi: Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi projesi ile karışık toplanan çöplerin transferi, ıslahı, geri kazanımı ve bertaraf edilmesiyle ilgili entegre bir tesis kurulması amaçlanmıştır. Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi ile günlük 5500 ton karışık atığın toplanması, transferi ve bertarafı sağlanmaktadır. Atıklardan geri kazanılan enerji miktarı ise günlük 1289 MWs'tir. Bu enerji miktarı şehrin enerji ihtiyacının %5'ine tekabül etmektedir [103].

Akıllı Ulaşım Sistemleri: Trafik verisinin toplanması ve bu verilerin bilgilendirme ekranlarında sürücüler ile paylaşılması ve merkezi kavşak yönetim sistemini içeren bütüncül bir trafik yönetimine sahiptir. Ana halterlere yerleştirilen araç sayım sensörleri ile gerçek zamanlı olarak izlenmekte ve şehir sakinleriyle paylaşılmaktadır. Şehirde toplam 60 trafik bilgilendirme ekranı vardır ve bu sayının 2019 yılı sonundan 100'ün üzerine çıkarılması hedeflenmektedir. Ankara'da bulunan 887 sinyalizasyon sisteminden 571'nde veriye dayalı optimizasyon uygulanmaktadır [104].

Ankara BB Mobil Uygulaması: Ankara BB Mobil Uygulaması, Ankara Büyük Şehir Belediyesi'nin vermiş olduğu hizmetleri online olarak Ankara sakinlerine verdiği bir mobil uygulamadır. Aynı zamanda kullanıcılar ulaşım, kent rehberi ve belediye çalışmalarına da bu uygulama aracılığıyla kolayca erişebilmektedir [105].

Ankara Telsiz Haberleşme Sistemi: Ankara Büyükşehir Belediyesi yetkililerinin ve sahadaki personelin etkili bir şekilde iletişim kurabilmeleri için 4G altyapısı kullanan LTE telsiz teknolojisini kullanmaya başlamıştır. Bu haberleşme sistemi ile birlikte kaza, acil durum, doğal afet yangın ve güvenlik riskleri gibi durumlarda, ilgili operasyonel ekipler birbirleri ile kesintisiz olarak sesli ve görüntülü iletişim kurabilmektedir [105].

Elektrik Enerji Takip Sistemi: Belediye tesislerindeki enerji verimliliğini sağlamak adına Elektrik Enerji Takip Sistemi uygulanmaya başlanmıştır. Bu uygulama ile birlikte belediye tesislerinde %75'e varan bir enerji tasarrufu öngörülmektedir.

Sıfır Atık Programı: 2018 yılından itibaren Ankara Belediyesi'nin tüm birimleri Sıfır Atık programına geçiş yaptı. Birimlerdeki atıkların hepsi sınıflandırılarak toplanmış ve geri dönüştürülerek tekrar kullanıma sunulmuştur. Bu proje ile birlikte 3 ayda 12,3 MWs elektrik enerjisinden ve 170 litre petrol kullanımından tasarruf edilmiştir.

Akıllı Toplu Ulaşım Sistemleri: Ankara Büyükşehir Belediyesi'nin şirketi olan EGO tarafından geliştirilen EGO Cep'te uygulaması ile toplu taşımaya ait ihtiyaç duyulabilecek bilgilere kolayca ulaşılabilir. Kullanıcıya konumlarına en yakın durakları ve durağa yaklaşan otobüslerin varış sürelerini anlık olarak göstermektedir. EGO Cep'te uygulaması ile bakiye yükleme ve bakiye sorgulama işlemleri yapılabilir [105].

Konya’da gerçekleştirilen akıllı şehir uygulamaları

Konya’da akıllı şehir alanında yapılan çalışmalara bütüncül bir bakış açısı ile bakmak amacıyla 2018 yılında Konya Büyükşehir Belediyesi Akıllı Şehir Yönetimi Şube Müdürlüğü kurulmuştur. Konya’da öne çıkan akıllı şehir örnekleri şunlardır:

Merkezi Trafik İşletim Sistemi: Trafik Kontrol Merkezi (TKM) tarafından geliştirilen Merkezi Trafik İşletim Sistemi ile şehirdeki trafik sıkışıklığına sebep olan etkenler akıllı sistemlerle anında tespit edilip ve iyileştirmeler yapılarak trafiğin verimli bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Konya’nın merkezindeki 77 adet kavşak dinamik olarak kontrol edilmektedir. Dinamik Kavşak Yönetimi ile birlikte kavşaklardaki yoğunluğa bağlı olarak faz süreleri gerçek zamanlı olarak ayarlanmaktadır [106].

Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi: ATUS ile birlikte vatandaşlar toplu ulaşım araçlarının nerede olduğu ve durağa tahmini olarak kaç dakika sonra geleceği, güzergâh ve durak bilgileri gibi toplu ulaşım ile ilgili daha pek çok bilgiye ulaşabilmektedir. ATUS, günlük ortalama 450 bin kez kullanılmaktadır ve web sitesi, mobil uygulama, akıllı durak ekranı ve kare kodu gibi birçok kanaldan kolaylıkla erişilebilmektedir [107].

Bisiklet Yolları ve Akıllı Bisiklet Sistemi: Türkiye’de en fazla bisikletin kullanıldığı şehir olan Konya’da bisiklet yolu ağı 515 km’ye ulaşmıştır. Konya genelinde 40 noktada bulunan bisiklet kiralama istasyonundan 500 adet akıllı bisiklet kredi kartı ya da Elkart ile kiralanabilmektedir. Akıllı bisiklet istasyonlarının yerleri, istasyonlarda kiralanabilir bisiklet sayısı ve bisiklet bırakılabilecek boş yer sayısı gibi bilgiler web sitesi ve Konya mobil uygulaması ile sorgulanabilmektedir [108].

Katı Atık Elektrik Üretimi Merkezi: Konya Büyükşehir Belediyesi, şehrin katı atıklarının depolandığı Aslım Katı Atık Depolama Sahası’nda oluşan metan gazlarının değerlendirilmesi amacıyla 2011 yılında elektrik enerjisi üretim tesisi kurmuştur. Tesisin kapasitesi 5,6 MWs olup tesis tam kapasite ile çalışarak ortalama 26 bin konutun günlük elektrik ihtiyacını karşılamaktadır.

Çevre Yönetimi Bilgi Sistem Merkezi: Çevre Yönetimi Bilgi Sistem Merkezi sayesinde kentsel ve bölgesel çevre sorunlarının tespiti ve çözümünde ihtiyaç duyulan tüm verilere anında erişim sağlanmaktadır. Sistem; hava kalitesi izleme, atık takip, gürültü takip, yakıt kontrol, araç takip modülerinden oluşmaktadır. Sistem, farklı bölgelere ait kirlilik seviyelerinin anlık olarak izlenmesine, çevresel değerleri

görüntülenmesine, kirlilik haritalarının oluşturulmasına ve kullanımına imkân vermektedir. Sistemdeki veriler birbiriyle ilişkilendirilerek sorgulanabilmekte ve analiz edilebilmektedir.

e-Pati Uygulaması: Konya Büyükşehir Belediyesi “Gönüllü Hayvan Dostları Projesi” ile Geçici Hayvan Bakım evinde rehabilite edilen köpekler, belirlenen gönüllülere sahiplendirilmektedir. Gönüllülerin desteklendiği proje kapsamında sahipsiz köpekler bir yuvaya kavuşurken hayvanların sağlık durumları ve gelişimleri “e-pati” programı ile sürekli takip edilmektedir.

Konya” Mobil Uygulaması: Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından hizmete sunulan Konya Mobil Uygulaması; Şehir Rehberim ve Ulaşım olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Projeler, etkinlikler ve hizmetler, şehir kameraları, çevrimiçi işlemler, gezilecek yerler, ATUS, Bisiklet Kiralama Sistemi, Elkart, Otopark Bul gibi birçok bilgiye ulaşılmaktadır.

Konya Bilim Merkezi: 26 bin m²’si kapalı toplam 100 bin m² alan üzerine 2014 yılında inşa edilen Konya Bilim Merkezi, Türkiye’deki ilk uluslararası çaptaki özelliklere sahip bilim merkezidir. Konya Bilim Merkezi, her yaştan ziyaretçiye yönelik eğlenceli ve etkileşimli ortamlar sunarak, onları bilim ve teknolojiyle buluşturmak, bilimsel merak ve öğrenme isteği uyandırmak, yeni fikirler üretilmesine imkân sağlamak amacıyla kurulmuştur.

3.3.3 Özel sektör tarafından gerçekleştirilen çalışmalar

Türkiye’de akıllı şehirlere geçiş stratejilerinin geliştirilmesi ve akıllı şehir uygulamalarının gerçekleştirilmesinde özel sektör tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda bulunmaktadır. En kapsamlı bütüncül çalışma Vodafone, Deloitte ve Türkiye Bilişim Vakfı tarafından hazırlanan Akıllı Şehir Yol Haritası Raporudur.

Akıllı Şehir Yol Haritası Raporu: Akıllı Şehir nedir, Akıllı şehre geçiş süreci nasıl olmalıdır, Akıllı şehirler için gerekli alt yapılar nelerdir gibi birçok soruya cevap veren bu rapor yerel yönetimler için bir yol haritası niteliğindedir. Türkiye’de yapılmış en kapsamlı bütüncü çalışmalardan bir tanesidir.

Şehir Sizin: Şehir Sizin platformu Vodafone tarafından şehir sakinlerinin ve şehirdeki paydaşların bilgi paylaşımı ve şehirdeki yaşamın kalitesini artırmaya yönelik fikirleri

tartıştığı online platformdur. 5198 üye tarafından 1654 fikir üretilmiştir [109]. (<https://www.sehirsizin.com/>)

Şehirler Akıllanıyor: Türk Telekom tarafından akıllı şehir konsepti ve akıllı şehir uygulamalarının paylaşıldığı online platformdur. <http://www.sehirlerakillaniyor.com/>

Evreka: Sensör sağlama hizmeti vererek belediyelere akıllı atık toplama sistemi sağlayan özel bir girişimdir. (<https://career.evreka.co>)

Logiba: Nesnelerin interneti teknolojisine ve sensörler kullanarak akıllı aydınlatma sistemleri sağlayan özel bir girişimdir. (<http://www.logiba.com/>)

Reengen: Reengen, Enerji IoT Platformu sunucusudur. Konutlar, ticari binalar, endüstriyel tesisler ve yenilenebilir enerji santralleri için bulut tabanlı enerji iş zekâsı çözümü sunar. Veri bilimi odaklı IoT Platformu, halihazırda 5 farklı ülkedeki binlerce binadan veri toplarken, tesisler için enerji tasarrufu, operasyonel verimlilik, enerji satın alma optimizasyonu ve kestirimci bakım katma değerlerini sağlar.

3.4 Akıllı şehir için gereksinimler

Platformu, halihazırda 5 farklı ülkedeki binlerce binadan veri toplarken, tesisler için enerji tasarrufu, operasyonel verimlilik, enerji satın alma optimizasyonu

Şehirleşmenin ve şehirlerdeki nüfus yoğunluğunun artması şehirlerde nüfus yoğunluğu, çevresel kirlilik, trafik yoğunluğu, yetersiz altyapı, plansız yerleşme gibi problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Şehirlerde ortaya çıkan başlıca problemler emniyet ve güvenlik, acil durumlar, şehir altyapısı ve çevre başlıkları altında aşağıda gösterilmiştir.

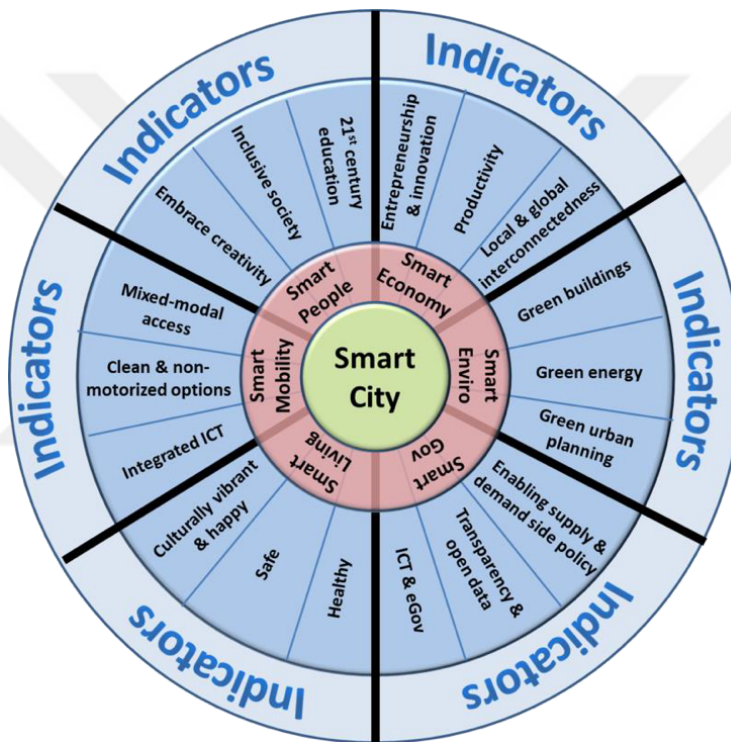
Şehirlerde ortaya çıkan başlıca problemler; hırsızlık, gasp ve soygun, sel baskınları, deprem ve diğer doğal afetler, tren yollarının hasara uğraması, otoyolların hasara uğraması ve doğal kaynakların yetersiz kalması ve hava kirliliği, su kirliliği, gürültü kirliliği, katı atık kirliliği ve radyasyon kirliliğidir

Şehirdeki yaşam kalitesini artırmak ve kaynakların etkin kullanımını sağlamak akıllı şehir yaklaşımını kaçınılmaz kılmıştır. 2. Bölümde bahsedildiği üzere akıllı şehirlere geçişte uluslararası kabul görmüş uluslararası standartlar geliştirilmiştir. Bu bölümde Avrupa Komisyonu tarafından kabul görmüş Akıllı Şehir Çarkı, ITU ve ISO

standartları kapsamında akıllı şehirlerin karakterleri, gereklilikleri ve ihtiyaçları incelenmiştir.

Akıllı Şehir Çarkı (Smart City Wheel)

En fazla alıntı yapılan ve Avrupa Komisyonu'nun hazırlamış olduğu akıllı şehir raporlarında da kullanılan Akıllı Şehir Çarkı (Smart City Wheel) Dr. Boyd Cohen tarafından geliştirilmiştir. Cohen, Akıllı şehir göstergelerini (KPIs) Akıllı Şehir birleşenine (Akıllı şehir; Akıllı Ekonomi, Akıllı Toplum, Akıllı Hareketlilik, Akıllı Yönetişim, Akıllı Çevre ve Akıllı Yaşam) göre sınıflandırmıştır [110].



Şekil 3.6: Akıllı Şehir Çarkı [110].

Bu 6 kategorinin üstesinden gelinebilmesi için:

1. Eğitim, dahil edilme ve yaratıcılığın teşvik edilmesinin üzerinde durularak vatandaşlar ve toplumun akıllı toplum haline gelmeli, (Akıllı Toplum)
2. Mobil hizmetler ve BİT teknolojileri kullanılarak sürdürülebilir ve doğa dostu hareketliliğin gerçekleştirilmeli, (Akıllı Hareketlilik)
3. Sağlıklı, emniyet içinde ve mutlu bir yaşam standardının oluşturulması,

4. Şehir yetkilileri tarafından akıllı şehir hizmetlerin sunulmasının yanı sıra, kamu hizmetlerinin iyileştirilmesi, şeffaflığın sağlanması ve kamu verilerinin açık veri olarak paylaşılması,
5. Yeşil binaların yaygınlaştırılması ve yenilenebilir enerji kullanımı ile çevreye verdiği zararı minimuma indirilmesi,
6. Yenilikçi ruh, girişimcilik, üretkenlik, işgücü piyasasının esnekliği, uluslararası uyumluluk ve Ekonomik imaj göstergeleri iyileştirilerek ekonomiyi güçlendirilmesi gerekir.

Cohen'nin [113] yaklaşımındaki göstergeler akıllı şehri tüm yönüyle kapsamına rağmen akıllı şehirlere geçiş sürecinde felsefi bir yaklaşım sunmaktadır. Bir sonraki bölümde ISO ve ITU-T Akıllı şehir standartları kullanılarak akıllı şehirlerin karakteristik özellikleri ve ihtiyaçlarını teknik açıdan ele alınmıştır.

Uluslararası Standartlar Teşkilâtı (ISO)

Akıllı şehir standartları şehrin tüm elemanların bir bütün olarak hareket ederek inovasyonu ve ekonomik büyümeyi desteklemesine de odaklanır. Akıllı Şehir standartlarının rolü, potansiyel sinerjinin kullanılarak ve kentin bütünsel bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla bütünleşik ve tutarlı bir şekilde geliştirilmesine odaklanmıştır. Diğer bir deyişle entegre ve birlikte çalışabilir sistemleri mümkün kılarak şehirdeki yaşam kalitesini artırmaya odaklanmıştır. Bunun uygulanabilmesi için ISO tarafından belirlenen Akıllı Şehir karakteristik özellikleri bir sonraki bölümde incelenmiştir [111].

Akıllı Şehir karakteristik özellikleri

Akıllı şehirlerde entegre ve birlikte çalışabilir bir sistem ortaya çıkartmak için gerçekleştirilmesi gereken karakteristik özellikler aşağıdaki gibidir [111].

- Şehir, şehir hakkında artan miktarda veri toplamasını sağlayacak şekilde kullanılmalıdır.
- Şehirdeki farklı kaynaklardan ve farklı sistemlerden elde edilen veriler, şehirde neler olup bittiğini daha iyi anlamak için kolayca bir araya toplanmalıdır.
- Veriler, içeriğe ve ihtiyaç duyan kişiye veya teknik sisteme bağlı olarak çeşitli formatlarda sunulacak ve böylece çok daha kullanışlı hale getirilmelidir.

- Ayrıntılı, ölçülebilir, gerçek zamanlı bilgi paylaşımı yapılmalı ve bu verileri vatandaş ve teknik bir sistemin kullanıma hazır bir şekilde sunulmalıdır. Şehrin kalitesini artırmak veya bireysel projeler gerçekleştirmek amacıyla bu verilerin üçüncü kişiler tarafından kullanımına izin verilmelidir.
- Analitik ve karar verme sistemleri kullanılarak üretilen bilgi karar vericiler ve vatandaşlar ile gerçek zamanlı olarak paylaşılmalı ve geleceğe yönelik verilecek kararları destekleyici nitelikte olmalıdır. Böylelikle gelecekteki ortaya çıkabilecek ihtiyaçların karşılanması mümkün olacaktır.
- Şehirler hizmetleri otomatize edilerek etkin bir şekilde hizmetler sunulmalı ve şehir hizmetleri doğrudan insan müdahalesi olmadan gerçekleşebilmelidir.
- Şehrin, vatandaşların refahını artıracak dinamik toplulukların ortaya çıkmasını sağlayacak ortak alan ağına sahip olması gerekmektedir.
- Fiziksel ve dijital dünya arasındaki etkileşimin devamlı olması karar verme sürecinin daha açık ve dahil edici olmasını mümkün kılar. Vatandaşlar, karar vericiler ve özel sektördeki firmalar şehirdeki yaşam kalitesini artırmak için birlikte etkin olarak çalışmalıdır.

Akıllı Şehir yaklaşımının faydaları

Akıllı şehirler ile birlikte:

- Vatandaşlar için daha kaliteli ve pratik şehir hizmetleri sağlanabilir;
- Daha iyi şehir yönetimi sağlanabilir;
- Daha iyi yaşam alanı;
- Modern, çevre dostu ve insancıl sanayi;
- Daha akıllı altyapı;
- Dinamik ve yenilikçi ekonomi;

sağlanır.



Şekil 3.7: Akıllı Şehir yaklaşımı.

Akıllı Şehirlerin Gereksinimleri

Şehirlerin akıllı şehirlere evriminde ve Akıllı şehirlerin karakteristik özelliklerine erişmeleri için pek çok gereksinimleri vardır. Bu çalışmada akıllı şehirlerin özellikle BİT teknolojileri ve CBT ile ilgili ihtiyaçları detaylı olarak incelenmiştir. Şehri akıllı kılan karakteristik özelliklerin hepsinde BİT teknolojilerinin önemli bir rolü vardır. Akıllı şehir karakteristik özelliklerinin sağlanabilmesi için BİT teknolojileri ihtiyaçları karşılamalıdır.

Teknoloji gereksinimleri

Akıllı şehirler, geniş yelpazedeki teknolojileri birlikte kullanılarak karmaşık sistemlere çözümler sunmalarına göre karakterize edilirler. Akıllı Şehirler güçlü ve dayanıklı teknoloji altyapısına ihtiyaç duyarlar. Bu güçlü teknoloji alt yapısı ile birlikte şehirde aşağıdaki faaliyetler mümkün hale gelir.

- Akıllı şehirlerin en önemli dayanak noktası birlikte çalışabilirliğin geliştirilmesine katkı sağlamasıdır.
- Farklı iletişim ve iletim çeşitleri kullanılarak farklı ağlar arasındaki veri alışverişinin akıcı ve hızlı yapılması
- Verilerin üretildiği sistemler ve servisler haricinde de kullanımını ve sınıflandırılmasına olanak sağlar.
- Verilerin kullanım amacına göre farklı formatlarda üretilmesine olanak verir. Farklı çeşitlerde sunulan formatlar verinin erişilmesine, görselleştirilmesine ve kullanılmasını kolay hale getirir bu da veriyi kullanışlı hale getirir.
- Heterojen BİT sistemlerinin birlikte çalışmasına olanak verir.
- Veri aktarımının emniyetli ve güvenli bir şekilde gerçekleşmesini garanti eder.
- Şehir hizmetlerinin daha iyi otomasyonun sağlanmasına yardımcı olur. Böylelikle daha güvenilir, etkin ve insan müdahalesine gerek duymadan şehir hizmetlerinin gerçekleşmesi sağlanır.

Sektör Gereksinimleri

Akıllı şehirler, teknoloji ve inovasyonun şehrin geleceği için faydalı ve sürdürülebilir olmasına göre ve bunun ekonomik katkısına göre karakterize edilir.

Böyle bir ekonomik ortamın oluşturulması için gereklilikler:

- Yeni iş fırsatlarına uygun eğitime sahip yeterli sayıda insan kaynağı,
- Öğrencilerin şehirde bir araya gelebilecekleri beceri geliştirme amacıyla uzaktan öğrenme araçları ile donatılmış uyarlanabilir öğrenme alanları,
- Çözüm sağlayıcıların ihtiyaçları ile örtüşen hizmet ve kaynakların otomatik olarak keşfedilir olduğu ve desteklendiği bir pazar yeri,
- İşletme kurulması ve yatırım alma ile ilgili stabil ve yanıt veren (fiziksel ve dijital) bir altyapının sağlanması
- İşletme ve kamu ihtiyaçlarını karşılayan daha iyi bir altyapı

Sosyal Gereksinimler

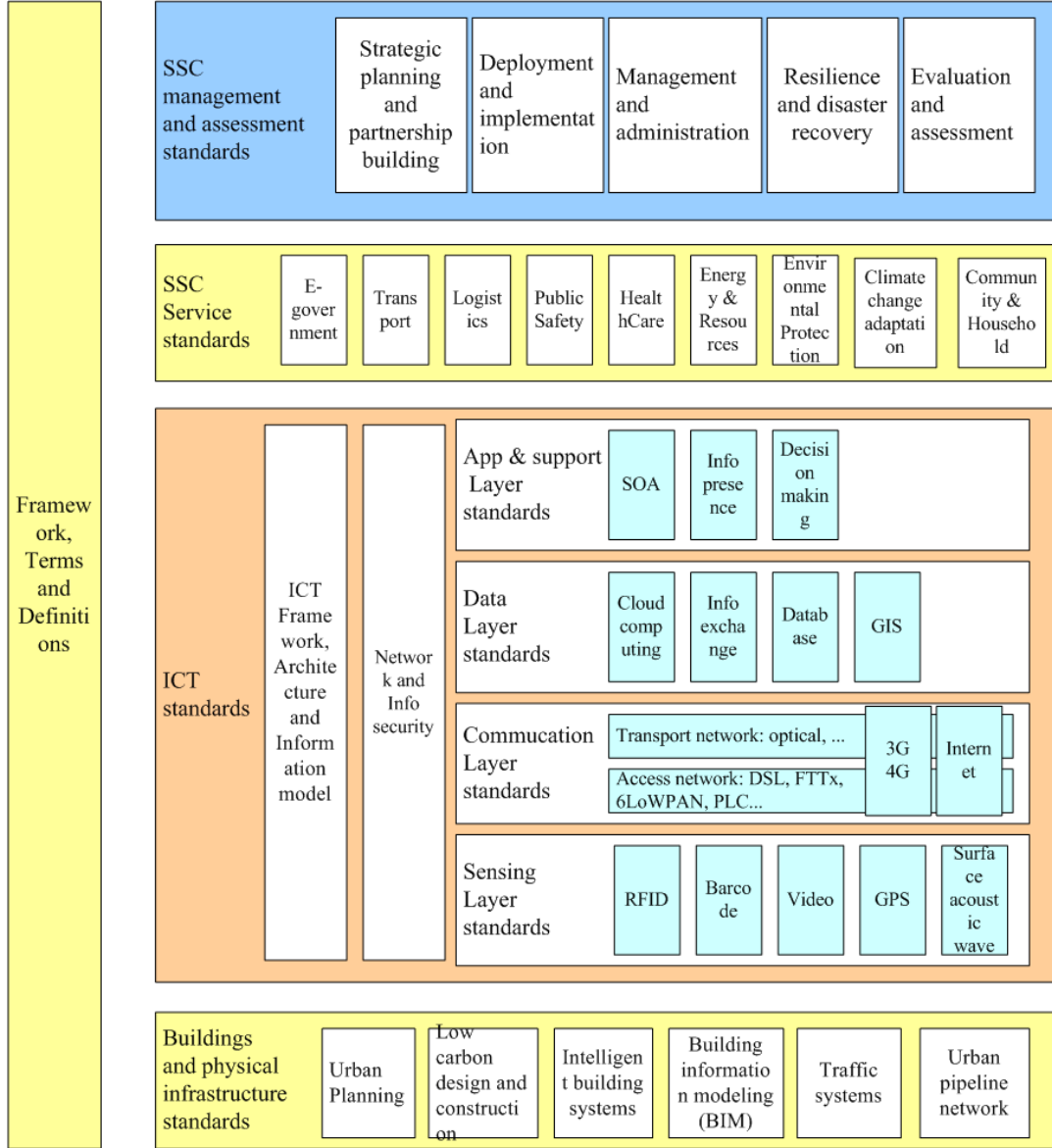
Akıllı şehirler; vatandaşların, işletmelerin ve kamu hizmetlerinin fiziksel ve dijital ortamlarda karmaşık etkileşimini sürdürebilir kılan alt yapılara sahip olmalarına ve bu alt yapı ile birlikte ekonomik, sosyal ve politik ihtiyaçları ele alışlarına göre karakterize edilirler.

- Demografik eğilime ve sürekli değişen nüfusa göre senaryo, makro ekonomik ve sosyal modelin tasarlanması
- Şehirdeki karar vericilerin, şehir plancıların ve vatandaşların bu modelleri etkin olarak kullanmalarını destekleyecek analiz ve araştırmaların yapılması,
- Daha modern, doğa dostu ve insancıl bir sanayi,
- Şehirde yaşayan vatandaşların karar verme sürecine aktif olarak katılımı ve şehir için alınan kararlarda vatandaşın rolünün artırılması;
- Karar verme sürecinin ayrıntılı, ölçülebilir ve gerçek zamanlı bilgiye dayalı veriye dayalı olarak yapılması,
- Yaşam kalitesinin artması, emniyetin sağlanması ve kamu hizmetlerinin kalitesinin artması,
- İnovasyonu ve ekonomik büyümeye katkı sağlayacak toplulukların bir araya gelebilecekleri alanlar ve ağların oluşturulması,
- Sürdürülebilir çevrenin sağlanması (hava kalitesinin artırılması, atık yönetimi, iklim değişikliğinin getirdiği zorluklara karşı adaptasyonun sağlanması)

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Telekomünikasyon Standartlaştırma Birimi (ITU-T)

Akıllı şehirlerin tüm karakteristik özelliklerin gerçekleştirilmesinde ve ihtiyaçlarının karşılanmasında BİT Teknolojileri önemli bir role sahiptir. Akıllı şehirlerde kullanılan BİT Teknolojilerinin standardizasyonu Uluslararası Telekomünikasyon Birliği Telekomünikasyon Standartlaştırma Birimi (ITU) tarafından yapılmıştır. ITU, dünyadaki şehirleri akıllı ve sürdürülebilir bir şehre evrimini destekleme dünya şehirlerine yol göstermektedir. ITU, akıllı ve sürdürülebilir bir şehre geçiş sürecinde politikaların oluşturulması, BİT teknolojilerinin kullanılmasının rolü ile ilgili standartlar geliştirmiştir. Bu standartlar ITU-T Y.4901/L.1601 ve ITU-T Y.4901/L.1602'dir. ITU-T Y.4901/L.1601, Sürdürülebilir Akıllı şehirlerde BİT teknolojilerinin kullanımının standardizasyonu ve performans göstergelerinin ölçülmesi için geliştirilmiştir [112].

ITU-T'ye göre, şehrin günümüzde ve gelecekte ekonomik, çevresel ve ekonomik ihtiyaçları doğrultusunda BİT teknolojilerini kullanarak yaşam kalitesini artırabilen, kamu ve şehir hizmetlerini etkin bir hale getirebilen ve ekonomik anlamda rekabetçi şehirler Sürdürülebilir Akıllı Şehirler olarak tanımlanır [112]. Yukarıdaki tanımda sürdürülebilir akıllı şehirlerin ne olduğu açıklanmıştır. Bu tanıma dayanarak FG-SCC (Sürdürülebilir Akıllı Şehirler Odak Grubu) tarafından Sürdürülebilir Akıllı Şehir için standardizasyon yol haritası geliştirilmiştir. Bu standardizasyon akıllı şehirlerin teknik altyapısına yönelik geliştirilmiş olan bu standartlar dünyadaki birçok şehrin teknoloji altyapısı kurulurken kullanılmıştır. Bu standartlar dört ana başlıkta: Sürdürülebilir Akıllı Şehir Servisleri Standartları, Bilgi ve İletişim Teknolojisi Standartları Yönetim ve Değerlendirme Standartları Yapı ve Fiziksel Altyapı Standartları olarak geliştirilmiştir. Şekil 36'da bu standartların sınıflandırılması ve alt elemanları gösterilmiştir.



Şekil 3.8: Standartların sınıflandırılması ve alt elemanları.

Bu kısımda ITU-T [112] tarafından geliştirilen Sürdürülebilir Akıllı Şehir Standartlarının ana başlıkları ve alt başlıkları incelenmiştir.

1. Sürdürülebilir Akıllı Şehir Servisleri Standartları

- İdare:** E-devletin standardizasyonu, Sürdürülebilir Akıllı Şehirlerde şehir sakinlerinin ihtiyaç duyabileceği kamu hizmetleri desteklemelidir.
- Ulaşım:** Ulaşımın standardizasyonu; Sürdürülebilir Akıllı Şehirlerde yolcuların, sürücülerin, araçların, trafik alt ve yapısının ihtiyaçlarını ve gereksinimlerini karşılamalıdır.
- Lojistik:** Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de lojistiğin standardizasyonu; mal gönderen kimse, alıcı, taşıyıcı, mallar ve depolarla ilgili hizmet gereksinimlerini karşılamalıdır.

- d. Kamu güvenliği: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de kamu güvenliğinin standardizasyonu vatandaşların hizmet gereksinimlerini karşılamalıdır.
- e. Sağlık hizmetleri: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de sağlık hizmetlerinin standardizasyonu; şehir sakinlerinin, hastaların, hastanelerin ve sağlık merkezlerinin hizmet gereksinimlerini karşılamalıdır.
- f. Kentsel altyapının yönetimi: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de kentsel altyapı yönetiminin standardizasyonu, şehir altyapılarının hizmet gereksinimlerini karşılamalıdır.
- g. Enerji ve kaynak yönetimi: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de enerji ve kaynak yönetiminin standardizasyonu; sanayilerin, konutların ve enerji tesisleriyle ilgili kamu tesislerinin hizmet gereksinimlerini karşılamalıdır.
- h. Çevrenin korunması: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de çevrenin korunmasının standartlaştırılması çevre koruma ile ilgili konut ve meskenlerin hizmet gereksinimlerini karşılamalıdır.
- i. İklim değişikliği: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de iklim değişikliği ile ilgili standardizasyon; iklim değişikliği ile ilgili endüstrilerin hizmet gereksinimlerini karşılamalıdır.
- j. Bölgeler: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de bölgelerle ilgili standardizasyon; şehir sakinlerinin ve şehirdeki toplulukların hizmet gereksinimlerini karşılamalıdır.
- k. Yapı ve Yerleşim Meskenleri: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de yapıların ve konutların standardizasyonu, kamu binalarının ve konutların hizmet gereksinimlerini karşılamalıdır.

2. Bilgi ve İletişim Teknolojisi Standartları Yönetim ve Değerlendirme Standartları Yapı ve Fiziksel Altyapı Standartları

- a. Sürdürülebilir Akıllı Şehirler çerçevesi, yapısı ve bilgi modeli: Sürdürülebilir Akıllı Şehirlerin çerçevesi, yapısı ve bilgi modelinin standardizasyonu, Sürdürülebilir Akıllı Şehir’in gelişimini destekleyen BİT standartlarına dayanmalı ve genişletilmelidir.
- b. Ağ ve Bilgi Güvenliği: Ağ ve bilgi güvenliğinin standardizasyonu, Sürdürülebilir Akıllı Şehir’in güvenlik gereksinimlerini destekleyen BİT standartlarına dayanmalı ve genişletilmelidir.

c. Algılama Katmanı Standardizasyonu (Sensing layer standardization): Aşağıdaki teknolojilerin standardizasyonu Sürdürülebilir Akıllı Şehir Algılama Kaman'ında uygulanmalıdır:

- IEEE 1451 Smart Transducer Interface.
- ISO/IEC JTC 1 SC 31 ve AIM PDF417 Barkod Sembolleri
- ISO/IEC JTC 1 SC 31 ve EPC global RFID
- ZigBee
- IPv6
- Wireless MBus
- Global Positioning System (GPS)
- Güvenlik Kamera Sistemi
- Akıllı Şebeke

d. İletişim Katmanı Standartları (Communication layer standards): Aşağıdaki teknolojilerin standardizasyonu Sürdürülebilir Akıllı Şehir İletişim Kaman'ında uygulanmalıdır:

- Ethernet.
- xDSL
- EPON/GPON
- SDH/DWDM/OTN
- GSM/WCDMA/CDMA
- LTE TDD/FDD
- EMF

e. Veri Katmanı Standartları (Data layer standards): Aşağıdaki teknolojilerin standardizasyonu Sürdürülebilir Akıllı Şehir Veri Kaman'ına uygulanmalıdır:

- Bulut Bilişim
- Veri değişimi (exchange);
- Coğrafi Bilgi Teknolojileri (CBT)

f. Uygulama ve Destek Katmanı Standartları (Application and support layer standards): Aşağıdaki teknolojilerin standardizasyonu Sürdürülebilir Akıllı Şehir Uygulama ve Destek Kaman'ına uygulanmalıdır:

- Service-oriented architecture (SOA)
- Verinin mevcudiyeti
- Verilerin entegrasyonu
- Veriye dayalı karar verme

3. Yönetim ve Değerlendirme Standartları

a. Stratejik planlama ve Ortaklıkların kurulması: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de stratejik planlama ve ortaklıkların kurulması ile ilgili standardizasyon aşağıdaki maddeleri içermesine rağmen bu maddeler ile sınırlı değildir:

- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de ihtiyaç analizi için yol haritaları ve en iyi uygulama örnekleri geliştirilmelidir
- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de stratejik planlama mekanizmaları ve yöntemleri için yol haritaları ve en iyi uygulama örnekleri geliştirilmelidir
- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de ortaklıkların kurulması mekanizmaları ve yöntemleri için yol haritaları ve en iyi uygulama örnekleri geliştirilmelidir

b. Dağıtım ve uygulama: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de Yerleştirme ve uygulama ile ilgili standardizasyon aşağıdaki maddeleri içermesine rağmen bu maddeler ile sınırlı değildir:

- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de dağıtım ile ilgili yol haritaları ve en iyi uygulama örnekleri geliştirilmelidir.
- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de uygulama ile ilgili yol haritaları ve en iyi uygulama örnekleri geliştirilmelidir.

c. Yönetim ve İdare: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de yönetim ve idare ile ilgili standardizasyon aşağıdaki maddeleri içermesine rağmen bu maddeler ile sınırlı değildir:

- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'in yönetimi ile ilgili yönetim kanunu oluşturulmalıdır.
- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'in idaresi ile ilgili idare kanunu oluşturulmalıdır.

d. Dayanıklılık ve Afet sonrası ıslah (resilience and disaster recovery): Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de dayanıklılık ve Afet sonrası ıslah ile ilgili standardizasyon aşağıdaki maddeleri içermesine rağmen bu maddeler ile sınırlı değildir:

- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de dayanıklılık ile ilgili yol haritası ve en iyi uygulama örnekleri geliştirilmelidir.
- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de Afet sonrası ıslah ile ilgili yol haritası ve en iyi uygulama örnekleri geliştirilmelidir.

e. Değerlendirme ve değer biçme: Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de değerlendirme ve değer biçme yöntemlerinin geliştirilmesidir.

4. Yapı ve Fiziksel Altyapı Standartları

a. Şehir planlama: Sürdürülebilir Akıllı Şehirlerin planlanmasından aşağıdaki teknolojilerin standardizasyonu uygulanmalıdır:

- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'in planlanması için yol haritası ve iyi örnek uygulamaların geliştirilmesi gerekir.
- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'in şehir planlanmasında kullanılan temel teknolojiler olan CBS ve dijital haritaların kullanımı için yol haritası geliştirilmesi gerekir.

b. Düşük Karbonlu Tasarım ve Yapı (Low carbon design and construction): Düşük karbonlu tasarım ve yapıların standardizasyonunda enerji korunumu ve atıkların geri dönüşümü sağlanmalıdır:

c. Akıllı bina sistemleri ve Bina Bilgi Modeli (Building information modelling- BIM): Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de BİT teknolojisine sahip akıllı bina sistemleri ve bina bilgi modeli uygulanmalıdır.

d. Trafik Sistemleri:

- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de akıllı ulaşım sistemlerinin uygulanması için yol haritasının geliştirilmesi.

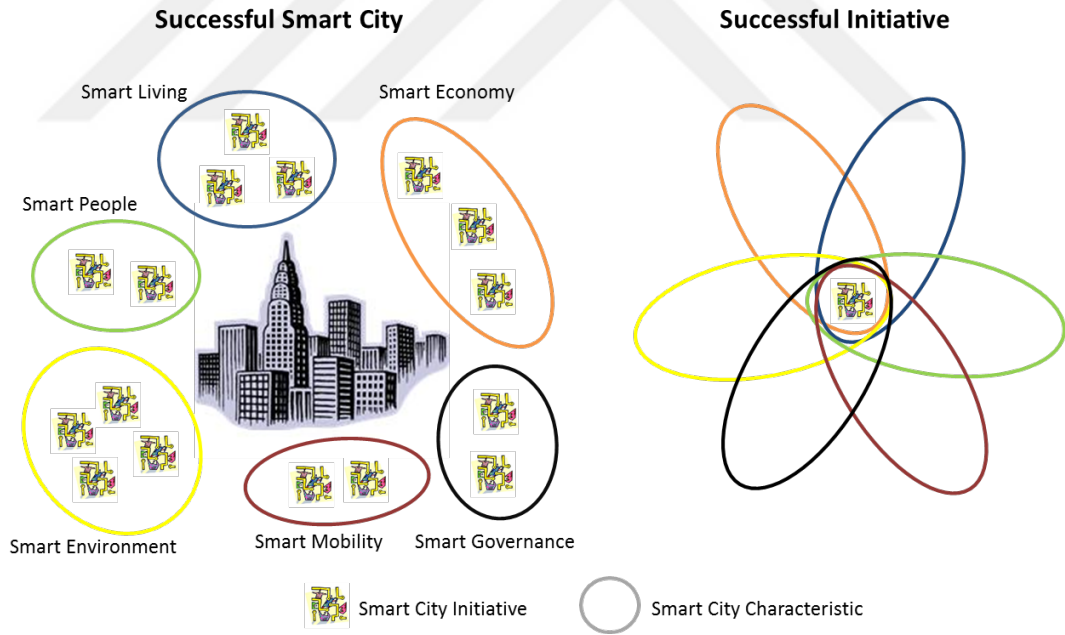
- Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de doğa dostu akıllı ulaşım sistemlerinin uygulanması için iyi örneklerin incelenmesi

f. Şehir Boru hattı ağı:

- Şehrin alt yapı bilgi sistemi;
- Şehrin mekânsal veri altyapısı

Akıllı şehir çözümleri ve iyi uygulama örnekleri

Sürdürülebilir akıllı şehirlere geçiş sürecindeki en önemli başarı faktörleri şehrin kendine has bir vizyon geliştirmesi, şehir sakinlerinin ve özel sektör temsilcilerin akıllı şehir geçiş sürecine etkin olarak dahil olmasıdır. BİT teknolojileri ile güçlendirilmiş bir altyapıya sahip şehirler bu süreçte önemli etki oluşturmıştır. Başarılı akıllı şehirler akıllı şehir bileşenlerinin tümünü kapsayan çeşitli akıllı şehir inisiyatiflerine sahiptir. Başarılı akıllı şehir inisiyatifleri de akıllı şehir bileşenlerinin tümünü kapsamalıdır [113]. Başarılı Akıllı Şehir ve Başarılı akıllı şehir inisiyatiflerini aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir.



Şekil 3.9: Akıllı şehirler ve Akıllı Şehir inisiyatifleri.

Bu bölümde Avrupa 2020 hedeflerine ulaşma noktasında akıllı şehir uygulamalarına önemli katkılarda bulunmuş olan ölçeklenebilir ve farklı şehirlerde de uygulanabilir akıllı şehir çözümleri incelenmiştir. Akıllı şehir çözümleri ve iyi uygulama örnekleri örnek olay incelemesi ile desteklenmiştir. Avrupa 2020 hedefleri kapsamında Avrupa’nın çeşitli şehirlerinde ulaşım, hareketlilik, bina teknolojileri ve akıllı idare ile

uygulanmış iyi örnekler paylaşılmıştır [113]. Yapılan literatür araştırması sonucunda birçok akıllı şehirde kullanılan akıllı şehirler altyapı ve servis uygulamaları aşağıdaki gibidir:

- Akıllı Enerji
- Akıllı Bina
- Akıllı Ulaşım ve Hareketlilik
- Akıllı Su Yönetimi
- Akıllı Atık Yönetimi
- Akıllı Emniyet ve Güvenlik
- Akıllı Sağlık

Şehirde var olan geleneksel altyapılar BİT teknolojileri ve sensörler yardımı ile akıllı hale getirilerek şehirlerin altyapısı ve servisleri akıllı şehir alt yapısına uygun hale getirilmiştir.

3.4.1 Akıllı altyapı (Smart Infrastructure)

Tablo 3.2: Sürdürülebilir Akıllı Şehir Altyapı uygulama örnekleri.

Altyapı	Altyapının örnek elemanları
Taşınmaz ve Binalar	• Enerji verimliliği, konfor, emniyet ve güvenliğin sağlanması • Ağ olarak bina (Building as a network): Binada bulunan sistemlerin entegrasyonu (Isıtma, havalandırma ve soğutma sistemleri, aydınlatma, güvenlik, yangın, depolama ve malzeme sistemleri) • Etkin otomasyon, kontrol ve analizlerin yapılması ve binada üretilen büyük verinin yönetimi
Sanayi ve imalat	• Veri birliğite çalışabilirliği • Sürdürülebilir üretim ve and sıfır emisyon • Sensör ağı ve bulut bilişim

Tablo 3.2: Sürdürülebilir Akıllı Şehir Altyapı uygulama örnekleri (devam).

Altyapı	Altyapının örnek elemanları
Enerji hizmetleri	• Akıllı Şebeke ve akıllı ölçüm: Üretim, dağıtım ve ölçüm: • Kablosuz iletişim • Yük dengelemesi ve görev dağılımı
Hava, su ve atık yönetimi	• Su Bilgi Sistemi (Water information systems - WIS) • Entegre su, atık, enerji tasarrufu optimizasyonu • Hava ve su sensör ağı
Emniyet ve güvenlik	• Video gözetimi ve video analizi • Doğal afet ve felaket sonrası kusursuz bağlantı ve iletişim
Kamu sağlığı	• Akıllı hastaneler • Analize dayalı gerçek zamanlı sağlık hizmetleri • İzleme dahil uzaktan sağlık hizmetleri • Electronic records management • Elektronik hasta kayıt yönetimi
Eğitim	• İnteraktif öğrenme ortamında esnek öğrenme • Dijital içeriklere online erişimin sağlanması • Açık Online Kurslar (Massive Open Online Courses - MOOC)
Ulaşım ve hareketlilik	• Akıllı Ulaşım ve Sistemleri • Trafik yönetimi: Trafiğin denetlenmesi ve yönlendirilmesi (routing) • Gerçek zamanlı verilerin temini, trafik örüntüsünün tespit edilmesi ve yakıt tüketiminin azaltılması.

Şehirlerin nüfusun artması ile birlikte şehirlerde ortaya çıkan atık miktarı da artmış ve bu atıkların etkin bir biçimde yönetilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu

problem üretilen atık miktarının azaltılması, atıkların sınıflandırılması ve atıkların geri dönüştürülmesi ile kaynakların etkin olarak kullanılmasına katkı sağlamaktadır. Atıktan tekrardan kaynak elde edilmesi ve kapalı devre ekonominin oluşturulması için çeşitli teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Akıllı Atık yönetim sistemi aşağıda belirtilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesini mümkün kılar:

- Farklı çeşitlerdeki atıkların takip edilmesi, izlenmesi ve hareketlerinin kontrol edilmesi,
- Atıkların herhangi bir müdahaleye gerek duymadan sınıflandırılması,
- Atıkların toplanması, transfer edilmesi ve bertaraf edilmesi ile ilgili teknolojilerin gelişmesi,
- Bölgesel olarak atık entegre atık sisteminin geliştirilmesinin sağlanması

3.4.1.1 Akıllı bina (Smart Buildings)

Şehirlerin olmazsa olmazı olan binalar şehir sakinlerinin yaşam kalitelerini geliştirmek ve şehir sakinlerine güvenli bir yaşam alanı sunmaları açısından Sürdürülebilir Akıllı Şehir konseptinde önemli bir rol oynarlar. Binalar şehirlerdeki sera gazlarının doğaya salınımına sebep olan en önemli etkenlerden bir tanesidir. Amerika'daki toplam enerji kullanımının %36'sı ve toplam elektrik tüketiminin %65'i binalarda gerçekleşmektedir. Toplam doğaya salınan sera gazının %30'u ise binalardan salınmaktadır.

Akıllı bina çözümleri, gerçek zamanlı bilgiler kullanarak binalarda kullanılan enerjinin tasarruflu ve kontrollü kullanılmasını sağlayarak binalardaki enerji verimliliğini artırır ve kaynakların etkin olarak kullanılmasına katkı sağlar. Akıllı bina çözümleri sadece yeni inşa edilecek binalara değil daha önceden inşa edilmiş binalara da uygulanabilir. Akıllı bina çözümleri ile binalardaki enerji verimliliği %50 oranında sağlanabilir [114]. Akıllı bina çözümleri çoğunlukla daha önce yapılmış binaların veya yeni yapılacak olan binaların enerji ve ışıklandırma sistemlerinin kontrol edilmesine odaklanmıştır. Kısa dönemde enerji tasarrufu sağlanabilir. Akıllı bina çözümlerinde kullanılan kilit teknolojiler akıllı priz, ışık sensörleri ve güç otomasyon yazılımlarıdır [113].

Amsterdam Örnek Olay İncelemesi: ITO Tower Project

ITO Tower projesi akıllı bina yönetim sistemleri için iyi bir örnek olmuştur. Bu projenin amacı binanın enerji kullanımını ve işletme maliyetlerini azaltmaktır. Pilot olarak gerçekleştirilen proje Accenture firmasının Hollanda'daki genel merkez binası olan ITO Tower'da uygulanmıştır. Proje kapsamında kullanılan enerji verileri toplanmış, analiz edilmiş ve bu veriler görselleştirilerek enerji kullanımını azaltılmasına yönelik stratejiler geliştirilmiştir. Proje kapsamında binadaki ofis katlarındaki 360 priz akıllı prize çevrilmiştir ve 300 aydınlatma sisteminde LED ampul kullanılmıştır. Bu değişiklikler sonucunda akıllı hale getirilen alt yapı ile birlikte enerjiden yıllık 60 MWh tasarruf edilmiştir. Bu projenin başarı bir şekilde sonuç vermesiyle birlikte Amsterdam genelinde akıllı bina çözümleri yaygınlaştırılmaya başlanmıştır.

3.4.1.2 Akıllı enerji (Smart Energy)

Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'in doğal kaynakları ve enerjiyi verimli kullanma ihtiyacı Akıllı Enerji kavramını ortaya çıkartmıştır. Sürdürülebilir Akıllı Şehirler'de kullanılan enerji kaynaklarının yenilenebilir enerji kaynakları olması ve kullanılan enerjinin kontrollü bir şekilde kullanılması hedeflenmiştir. Bu kapsamında BİT teknolojileri kullanılarak şehirde tüketilen enerji izlenmiş ve tüketim miktarı kontrol altına alınmıştır. Akıllı Enerji sistemleri; sensörler, akıllı şebeke sistemleri, mobil kontrol ve analiz araçları kullanarak enerji kullanımını otomatize eder, izlenmesine ve kontrol edilmesine olanak sağlar. Enerji sağlayıcıları ve kullanıcılar gerçek zamanlı olarak enerji tüketimlerini denetleyebilir ve buna yönelik tasarruflar gerçekleştirebilirler.

Amsterdam Örnek Olay İncelemesi: Ship-to-grid (Akıllı Enerji)

2020 yılına kadar Amsterdam Limanı Avrupa'nın en sürdürülebilir ve doğa dostu limanı olmayı hedeflemektedir. Ship-to-grid projesi kapsamında Amsterdam adasında seyahat eden tüm gemilerde elektrik enerjisi kullanılmaya başlanmıştır. Bu proje ile birlikte Amsterdam'daki CO2 emisyonu ve hava kirliliği azaltılmıştır. Gemi sahipleri Amsterdam limanında gemileri şarj edebilir ve akıllı telefonları ile online olarak ödemelerini yapabilmektedir. Bu proje kapsamında 200 tane gemi şarj istasyonu inşaa edilmiştir. Akıllı enerji çözümleri kullanarak yılda 9.1 kiloton CO2 emisyon engellenmiştir. Bu rakam 2009-2011 yılları arasında Amsterdam Akıllı Projesi ile doğaya salınımı engellenen toplam CO2'nin üçte birini eşittir. Amsterdam

ölçeğinde başarı ile uygulanan Ship-to-Grid projesinin ülke geneline yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Fosil enerjiden yenilenebilir enerjinin kullanılmasına geçiş etkin bir akıllı şehir çözümüdür. Bu çözümün uygulanması yenilikçi teknolojilerin kullanılmasını içermese de etkin olarak paydaşların ve karar vericilerin iş birliğini gerektirmektedir. Sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ulaşım ve hareketlilik dışında binalarda ve sanayide de kullanılarak CO2 salınımı miktarı azaltılabilir [113].

3.4.1.3 Akıllı ulaşım ve hareketlilik (Smart Mobility)

Şehirde yaşayan vatandaşların ve ticari malların güvenli bir şekilde düşük maliyetle en kısa zamanda doğa dostu bir biçimde bir noktadan diğer noktaya taşınması ihtiyacı Akıllı Ulaşım ve Hareketlilik ihtiyacını doğurmuştur. Bu amaçlara ulaşma doğrultusunda geliştirilen Akıllı Ulaşım ve Hareketlilik çözümleri birçok Akıllı Şehir’de uygulanmıştır. Akıllı Ulaşım ve Hareketlilik sistemleri BİT teknolojilerini kullanarak şehirde gerçekleşen ulaşım sırasında üretilen verilerden bilgiler üretilip bu bilgiler ile ulaşımın optimizasyonunu sağlamaktadır.

Avrupa 2020 hedeflerinde Avrupa’daki büyük şehirlerde trafik yoğunluğu ve CO2 salınımını azaltmak amacıyla kullanılan en yaygın çözüm yenilikçi akıllı ulaşım ve hareketlilik sistemlerinin şehirlerde uygulanmaya başlanmasıdır. Akıllı ulaşım ve hareketlilik çözümleri temel olarak akıllı bisiklet altyapısının kurulması, entegre edilmiş seyahat modelinin uygulanması ve akıllı trafik yönlendirme sistemlerini içermektedir. Şehir çapında uygulanan bu çözümler ile birlikte şehirdeki araç trafiği azaltılarak şehrin karbon ayak izi düşürülmüştür. Tüm bu sistemler şehrin var olan alt yapısının üzerine kurulmuştur. Yüksek alt yapı maliyetleri geo-sensörler, veri madenciliği ve RFID gibi teknolojiler kullanılarak minimuma indirgenmiştir.

Kopenhag Örnek Olay İncelemesi: Yeşil Toplu Taşıma ve Bisiklet Ağı

Kopenhag'da farklı toplu taşıma araçlarının birbirleri ile entegre edildiği ve seyahat süresinin minimuma indirildiği bir toplu taşıma sistemi kurmuştur. Bisiklete dayalı toplu ulaşımın inşa edildiği Kopenhag'ta entegre otobüsler, trenler ve metro hatları da toplu taşımanın birer parçasıdır. Şehirdeki merkezi tren istasyonlarının etrafında bisiklet parkları ve bisiklet ile ilgili tesisler kullanarak vatandaşların aktarma yapmaları kolaylaştırılmıştır. Elektrikli bisikletler tüm trenlerde ücretsiz olarak şarj edilebilmektedir. Otobüs, tren ve metrolarda bisikletle ekstra ücret ödmeden seyahat

edilebilmektedir. Şehirdeki tüm toplu taşıma araçlarında kullanılan ortak bir seyahat kartı kullanılmaktadır. Ayrıca tüm toplu taşımalar araçlarında akıllı telefon ile ödeme yapılmaktadır. Adil fiyatlandırma yapmak ve şehirden daha detaylı veri toplamak amacıyla şehir sakinleri seyahatlerinin başlangıcında ve bitişinde seyahat kartlarını veya akıllı telefonlarını elektronik sensöre okutmaları gerekmektedir. Tüm toplu taşıma araçlarında ve trenlerde ücretsiz kablosuz internet hizmeti sağlanmaktadır. Rejseplanen isimli mobil uygulama ile gerçek zamanlı veriler kullanarak kullanıcı için optimum rota hesaplanmaktadır. Radyo dalgaları ve GPS kullanarak trafik ışıklarında otobüslere geçiş önceliği sağlanmaktadır. Otobüsler trafik ışıklarına yaklaştıkları esnada trafik ışıkları otomatik olarak yeşile dönmektedir. Böylelikle vatandaşlar toplu taşıma sistemlerini kullanmaya teşvik edilmektedir. Tüm toplu taşıma araçlarının yenilenebilir enerji kullanan taşıtlara geçişi sağlanarak 2020 yılında CO2 emisyonu sıfır olan bir toplu taşıma sistemine sahip olması hedeflenmektedir.

Kopenhag şehri toplu taşıma araçları ile bağlantılı geniş bir bisiklet yolu ağına sahiptir. 2011 yılında yapılan araştırmaya göre şehirde seyahatlerin %35'i bisiklet ile yapılmaktadır. 2015'te ise bu oran %50'ye yükselmiştir. Şehrin planlaması yapılırken bisiklet altyapısı trafik konseptinin en önemli etkenidir. Bisiklet yolları bisiklet ile seyahat eden vatandaşların seyahat sürelerini azaltacak ve sürüş güvenliği artıracak şekilde inşa edilmiştir. Kopenhag'ın uyguladığı bisiklet çözümünün özel amaçları ise 2025 yılına kadar bisikletle seyahat eden vatandaşların seyahat sürelerini %15 azaltmak ve bisiklet kazalarını 2005 yılına nazaran %70 azaltmaktır [113].

3.4.1.4 Akıllı idare (Smart Governance)

Akıllı şehri çözümlerinden bir diğeri ise Akıllı İdare çözümleridir. Akıllı idare çözümleri kamu hizmetlerinin dijital olarak vatandaşlara sağlanması ve devlet tarafından toplanan tüm verilerin açık veri platformları kullanılarak vatandaşlar ile paylaşılmasını içerir. Bu verilerin paylaşılması ekonomik büyümeyi, yenilikçiliğin gelişmesini ve yeni iş imkanlarının ortaya çıkmasını sağlar []. Bu veriler şehrin problemlerine çözüm üretmek ve şehirdeki yaşam kalitesini iyileştirmek için akıllı şehir ekosistemindeki girişimcilere yardımcı olur [113].

Helsinki Örnek Olay İncelemesi: Helsinki Region Infoshare

Akıllı idare çözümlerine örnek olarak Helsinki Region Infoshare projesi örnek olarak verilebilir. Helsinki Açık Veri platformu Helsinki Belediyesi tarafından toplanan verilerin açık veri olarak vatandaşlar ile paylaşıldığı web portalıdır. Bu platform Helsinki Akıllı Şehir projesinin geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Bu proje kapsamında Helsinki’de toplanan tüm veriler özel işletmeler, üniversiteler, devlet kurumları ve vatandaşlar ile ücretsiz olarak paylaşılmaktadır. 2013 yılında açılan bu platformda yaşam kalitesi, işsizlik, ulaşım, ekonomi, GIS verileri ve haritalar başta olmak üzere 1030 veri seti bulunmaktadır [113].

3.4.1.5 Akıllı sağlık (Smart Healthcare)

Akıllı sağlık yönetimi sağlıkla ilgili verileri kullanarak klinik ve ticari kavrayışlar (insight) elde etmeye olanak sağlamaktadır. Elde edilen bu kavrayışlar sağlık personellerinin karar almalarına yardımcı olmakta ve teşhislerini kolaylaştırmaktadır. Akıllı sağlık yöntemleri ve mobil tahlil cihazları ile birlikte uzaktan teşhis koyma, uzaktan tedavi, online tıbbi hizmetler, online randevu alma ve hastalara dair kayıtların dijital olarak depolanması mümkün olmuştur. ITU-T Odak grubunun yapmış olduğu çalışmalarda Makinelerin İletişimi teknolojisinin (Machine-to-Machine M2M) Akıllı sağlık çözümlerinin gelişmesinde en önemli teknolojilerden biri olduğu tespit edilmiştir.

3.4.1.6 Akıllı güvenlik (Smart Security)

Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de gerçek zamanlı olarak verilerin üretilmesi ile birlikte bu veriler BİT teknolojileri yardımıyla emniyet ve güvenliği sağlamak adına kullanılmaya başlanmıştır. Sürdürülebilir Akıllı Şehirler’de trafik denetlemesi başta olmak birçok akıllı emniyet ve güvenlik çözümü kullanılmaktadır. Olay yeri inceleme ve suç tespiti fiziksel olarak BİT teknolojileri destekli olarak güvenlik güçleri tarafından kullanılan çözümlere örnek olarak verilebilir. Şehirleşme eğiliminin artması ile birlikte emniyet ve güvenlik çözümlerine yönelik ihtiyaçlar da artmıştır. Akıllı Emniyet ve Güvenlik çözümleri vatandaşların ve nesnelerin emniyet güçleri ile etkin, hızlı ve kusursuz bir iletişim ile irtibata geçmelerine olanak sağlamaktadır. ITU-T’ye göre şu anda birçok akıllı şehirde var olan video gözetim, video analiz ve biyometrik tanıma teknolojilerinin gelecekte de akıllı şehirlerin odağında olacağı ve güvenlikle ilgili teknolojik gelişmelerin bu alanda gerçekleşeceği öngörülmektedir.

Çin hükümeti, Akıllı Emniyet ve Güvenlik çözümü olarak 2018 yılında videoyaya dayalı gözetim ağı inşa etmek için ülke genelinde 200 milyon kamera tesis etmiştir. 2020 yılına kadar ülkedeki tüm güvenlik kameralarının bu sisteme entegre edilmesi ve bu ağı yüz tanıma sisteminin entegre edilmesi planlanmaktadır. Yüz tanıma ve yapay zekâ teknolojisinin desteği ile herhangi bir vatandaşın takibi gerçek zamanlı olarak yapılabilecektir [115].





4. AKILLI ŞEHİR MEKANSAL BİLGİ SİSTEMİ ALTYAPISI ÇERÇEVESİNİN TASARLANMASI

4.1 Hedeflerin belirlenmesi

İnsan, fiziksel ve dijital sistemlerin etkin entegrasyonu şehir sakinlerinin yaşam kalitesini iyileştirme, şehirlerin yönetimini ve şehirleri refah seviyesi yüksek, dahil edici, sürdürülebilir ve dayanıklı şehirlerin oluşturulmasını mümkün kılmaktadır. Mekansal veri akıllı şehir hizmetlerinin sağlanması için önemli bir altlıktır ve bu verilerin belirli açık veri standartlarına göre üretilmesi, işlenmesi, yönetilmesi ve sunulması gerekmektedir. Open Geospatial Consortium (OGC)'un belirlediği Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Çerçevesi aşağıda belirtilen temalara odaklanmaktadır:

- Akıllı şehirlerde yüksek yoğunlukta veri ve inovasyon üretilir.
- Mekansal veri, akıllı şehir teknolojilerinin şehirlerde uygulanmasına olanak sağlar.
- Akıllı şehir teknolojinin faydaları, şehri sakinlerine sağlanan faydalarla değerlendirilmelidir.
- Kaynakların yeniden ve farklı amaçlar için kullanılması şehrin dayanıklılığı artırmak için önem arz etmektedir.
- Birlikte çalışabilirlik, maliyet etkinliği, verim ve yenilikçi uygulamalar için açık veri standartlarının kullanılması gerekmektedir [116].

Open Geospatial Consortium tarafından geliştirilen Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Çerçevesi, ISO/IEC 10746 Bilgi Teknolojileri Açık Dağınmık İşleme Referans Modeli (ISO/IEC 10746, Information Technology Open Distributed Processing Reference Model)'ne dayandırılarak geliştirilmiştir.

ISO/IEC 10746 standardına göre Akıllı şehirler; şehirlerde bulunan fiziksel, dijital ve insan sistemlerinin entegrasyonunu sağlayarak şehir sakinlerine sürdürebilir, refah seviyesi yüksek ve dahil edici bir toplumun var olduğu bir şehirde yaşama imkânı

sunmalıdır [117]. Akıllı şehir uygulamalarında sosyal politikalar ve akıllı şehir teknolojilerinin vatandaşların yararına kullanılması göz önünde bulundurulmalıdır. Çoğu akıllı şehir uygulamasında acil müdahale ve kaynak yönetimi için komut ve kontrol yaklaşımının kullanılmasına odaklanılmıştır. Komut ve kontrol yaklaşımı gereklilik olmakla birlikte akıllı şehir teknolojileri vatandaşların akıllı şehir kaynaklarına erişimini mümkün kılmalıdır. Bu akıllı şehir yaklaşımı Jane Jacobs [118]'un on yıllar önce şehir planlamada yapmış toplumsal hayat ve sosyal ağların değerine odaklanan şehir planlama yaklaşımına vurgu yapmaktadır. Jane Jacobs [118]'e göre şehirler herkes için tasarlandığı takdirde herkese hitap edecek imkanlar sunabilirler. Jacob'un yaklaşımı akıllı şehir bilgi sistemi tasarlanmasına uyarlandığında Açık Veri (Open Information) ve iteratif gelişim (Iterative Development)'e işaret etmektedir.

Akıllı şehir bilgi sistemleri tasarlanırken açıklık (openness) ilkesi tasarımın kilit ilkelerinden biri olmakla birlikte geliştiricilere (developers) ve kullanıcılara neyin çalıştığını ve neyin çalışmadığını görmeye yardımcı olmaktadır. Akıllı şehir sistemlerinin tasarımlarının düşük bütçeli (Low-cost), açık katılımcı iteratif deneyler içeren (open participation iterative experiments), ücretsiz ve açık ara yüze sahip olan test yatağı ve pilot projeler içermesi yenilikçiliği teşvik etmekle birlikte yüksek bütçeli BİT projelerinin başarısız olmasının önüne geçmesini sağlamaktadır. Akıllı şehirlerin başarılı olması için akıllı şehirlerin en önemli bileşenleri olan vatandaşların, sivil toplum kuruluşlarının ve kamu kurumlarının daha iyi seçimler yapmaları gerekmektedir.

4.1.1 Akıllı Şehirlerde Şehir hizmetleri ve Yaşam Kalitesi Performans

Göstergeleri

Akıllı Şehirlerde Şehir hizmetleri ve Yaşam Kalitesi Performans ölçmek için kullanılan standart ISO/DIS 37120'dır. Bu standart şehir hizmetlerinin ve yaşam kalitesi performansının nasıl ölçülebileceği ile ilgili metodolojiyi tanımlar [116].

ISO 37120 performans göstergeleri aşağıda gösterilen temalar altında incelenmektedir:

- Ekonomi
- Eğitim

- Enerji
- Çevre
- Eğlence ve dinlenme
- Güvenlik
- Barınma
- Katı atık
- Haberleşme ve İnovasyon
- Finans
- Yangın ve Acil Durum Müdahalesi
- İdare
- Sağlık
- Ulaşım
- Şehir planlama
- Atık su
- Su ve sanitasyon

ISO 37120 göstergelerinin çoğu için ihtiyaç duyulan verilerin üretilmesi ve iletilmesi coğrafi bilgi teknolojilerinin kullanılmasını ve mekansal konumlandırılmış sensörlerin kullanılmasını içerir. Coğrafi bilgi teknolojileri sadece göstergelerin tespit edilmesinde değil aynı zamanda bu performans göstergelerinin geliştirilmesi sürecinde planlama, strateji geliştirme ve karar verme sürecinde de önemli rol oynamaktadır. Coğrafi bilgi teknolojilerinin Akıllı Şehirlerde Şehir hizmetleri ve Yaşam Kalitesi Performans Göstergelerinin hesaplanmasında ve geliştirilmesinde kullanılmasına ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir.

- **Eğlence ve dinlenme alanı performans göstergesi**
(Recreation indicator: Outdoor recreation space)

ISO 37120 standartlarının 13.2 kategorisi kişi başına düşen açık hava eğlence ve dinlenme alanını (m²) içermektedir. Bu performans göstergesine ait veri şehir planlama departmanından elde edilebilir. Bu verinin olmaması durumunda hava fotoğrafları veya arazi kullanım haritaları kullanılarak şehirde bulunan eğlence ve

dinlenme alanı verisi elde edilebilir. Tespit edilen eğlence ve dinlenme alanı verisi coğrafi bilgi teknolojilerinin yardımıyla düşük bütçeli olarak hesaplanabilir.

- **Enerji performans göstergesi: Yenilenebilir enerji kaynakları**

ISO 37120 standartlarının 7.4 kategorisi yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam üretilen enerjideki yüzdesi enerji performans göstergesini oluşturmaktadır. ISO 37120 standartları bu verilerin enerji sağlayıcı ve ilgili devlet kurumlarından talep edilmesini tavsiye etmektedir. Berlin’de gerçekleştirilen The Solar Atlas of Berlin projesi kapsamında Berlin’in sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli coğrafi bilgi teknolojilerinin yardımıyla tespit edilerek enerji performans göstergeleri iyileştirilmiştir. Bu proje kapsamında 220.000 çatının güneş pil sistemine uyumlu olduğu ve mülk sahiplerinin bu potansiyelin farkında olmadığı saptanmıştır. Bu çatılara inşa edilecek güneş pil sistemleri ile birlikte yıllık 3 milyon megavat elektrik üretilir [119].

- **Çevre performans göstergesi: Gürültü kirliliği**

ISO 37120 standartlarının 8.7 kategorisi gürültü kirliliğini performans göstergesini oluşturmaktadır. ISO 37120 gürültü kirliliğinin anlık olarak ölçülmesi ve haritalanması gerektiğini tavsiye etmektedir. ISO 1996-2:1987’de belirtildiği üzere gürültü seviyesi 55 dB(A) bölgelerin tespit edilmesi gerekmektedir. Sonuçlara göre bu gürültüden etkilenen vatandaşların sayısı gürültü kirliliği performans göstergesini oluşturmaktadır. INSPIRE kapsamında OGC CityGML standartlarına sahip bir şekilde coğrafi bilgi teknolojilerinin yardımıyla Avrupa’daki şehirlerin 3 boyutlu gürültü haritası yapılmıştır [120].

4.1.2 Akıllı Şehir Uygulamaları

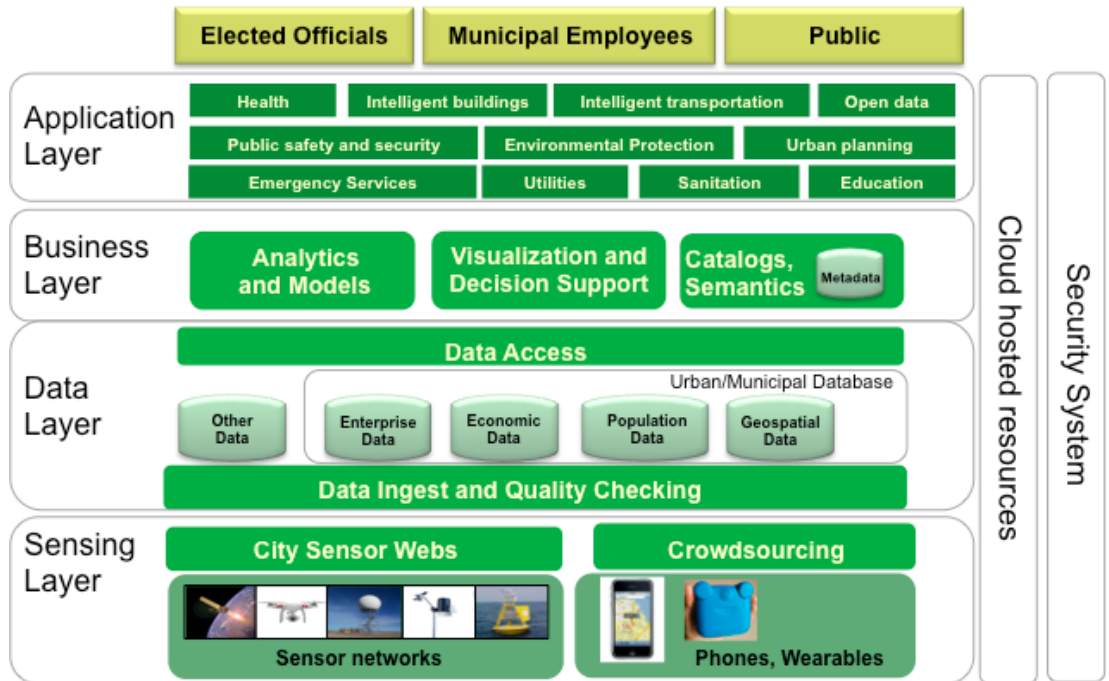
Akıllı şehir uygulamaları farklı standardizasyon örgütlerine göre farklılık göstermekle birlikte tüm standardizasyon örgütlerinin kapsadığı akıllı şehir uygulamaları aşağıda verilmiştir [121]:

- Kamu Hizmetleri- Akıllı Şebeke, Akıllı Su Dağıtımı vs.
- Sanitasyon
- Akıllı Bina
- Akıllı Ulaşım

- Sağlık
- Kamusal Güvenlik ve Emniyet
- Akıllı Çevre Koruma
- Akıllı Acil Servisler
- Eğitim
- Şehir planlama
- Açık veri

4.2 Veri ihtiyacı ve organizasyonu

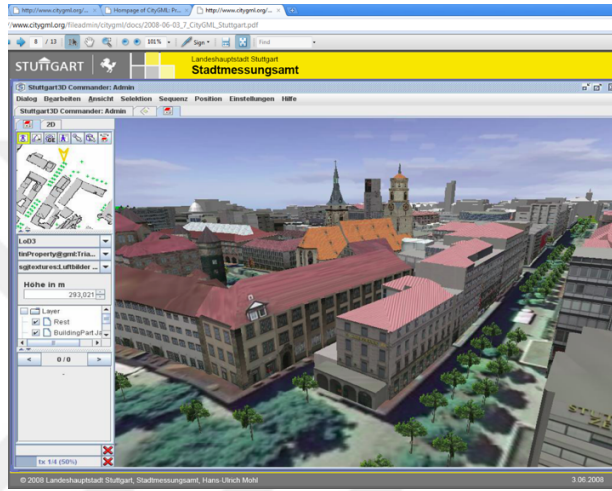
Bu kısımda Akıllı Şehir girişimlerinin veri ihtiyaçları ve bu verilerinin organizasyonunun OGC Akıllı Şehir Girişim Çerçevesi (Smart City Enterprise framework)'nde nasıl gerçekleştirildiği incelenmiştir. Akıllı şehirler birlikte çalışabilirlik ilkesine dayanan bilgi sistemlerinin oluşturulmasına ihtiyaç duyar. Akıllı Şehir Girişimlerinin bilgi sistemlerinin bileşenleri Şekil 38'de gösterilmiştir. Akıllı şehirlerde bilgi sistemlerinin bileşenleri katmanlar kullanılarak organize edilmektedir. Katman yaklaşımı ITU Focus Group on Smart Sustainable Cities tarafından geliştirilmiş olup Çin'de gerçekleştirilen Çin'de Akıllı Şehirler Pilot projesi ile uyumludur [122].



Şekil 4.1: Akıllı Şehir'in Katman Yapısı.

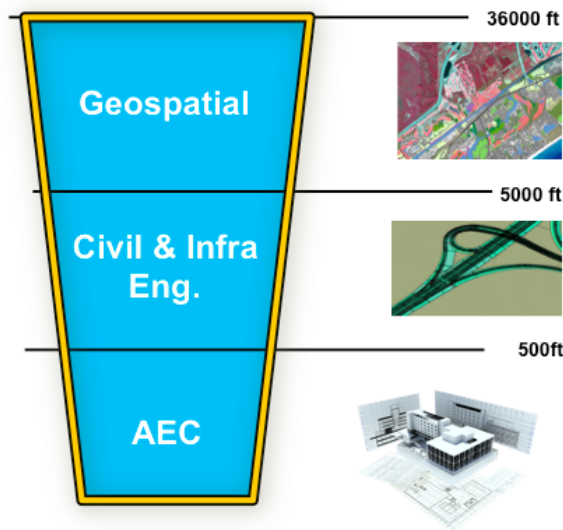
4.2.1 Mekansal veri ve Akıllı Şehirler

Akıllı şehirlerde mekansal her yere yayılmak (pervasive) ile birlikte ve akıllı şehirler girişimlerinin oluşturulmasının temelini oluşturmaktadır. Akıllı şehir verilerinin zamana ve mekâna dayalı olarak kullanılması Akıllı şehirlerde sağlanan birçok hizmetin temelini oluşturmaktadır. Bu yaklaşım şehirlerde elde edilen verilerin analiz edilmesine ve karar verme sürecini desteklemektedir. OGC tarafından geliştirilmiş olan açık standartlardan biri olan CityGML akıllı mekansal şehir alt yapısının oluşturulmasında geliştiricilere ve planlayıcılara kolaylık sağlamaktadır.



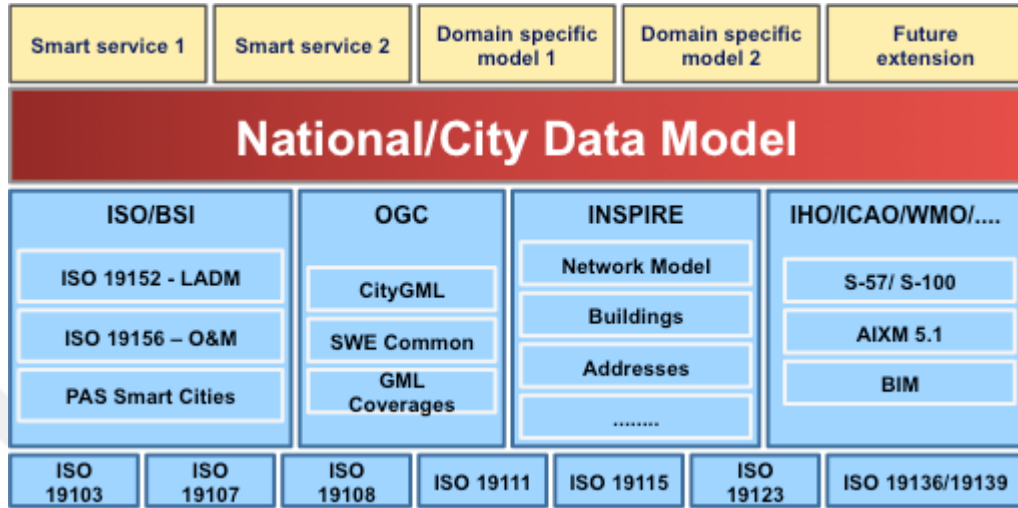
Şekil 4.2: CityGML Şehir Modelinin Görselleştirilmesi.

Kentsel çevre farklı mekansal bilgi ölçeklerinde ele alınmalıdır. Coğrafi Mekansal Bilgi Ölçeği, İnşaat ve Altyapı Bilgi Ölçeği ve Bina Bilgi Ölçeği kullanılarak Akıllı Şehirler'in mekansal bilgileri doğru (accurate)ve kapsayıcı bir şekilde ele alınmıştır.



Şekil 4.3: Mekansal Bilgi Ölçekleri.

Figür 5, bazı veri modeli standartlarının açık veri bilgi teknolojileri standartları çerçevesine uyumunu göstermektedir. OGC'nin üyeleri farklı veri modellerinin entegre edilmesine yönelik iyi uygulama çalışmalarına dahil olmuşlardır ve bu iyi uygulama Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Çerçevesi'nin oluşturulmasını sağlamıştır.



Şekil 4.4: Akıllı Şehir Bilgi Sistemleri Tasarımı'nda kullanılan Mekansal Bilgi Veri Standartları ve teknoloji standartları.

CityGML and IndoorGML

Akıllı şehirler güvenilir ve yetkili kurumlar tarafından üretilmiş veriye ihtiyaç duyarlar. 2 boyutlu haritalar, 3 boyutlu şehir modeli, adres bilgi sistemi, alt yapı (Bina Bilgi Sistemi, Akıllı Şebeke) ve sensör verileri örnek olarak verilebilir. Ayrıca Akıllı şehirlerin gönüllü veri (volunteered), büyük veri ve bağlı veri [123] gibi farklı veri türlerine açıklığı (openness) da kritik önem arz etmektedir. Farklı veri türlerinin var olması güçlü veri entegrasyon platformuna ihtiyacı doğurmuştur. OGC tarafından geliştirilen City Geography Markup Language (CityGML) standardı farklı kaynaklar tarafından üretilen ve farklı türdeki verilerin entegrasyonunu sağlayan bir standardizasyon geliştirilmiştir. CityGML ile birlikte mekansal veri şehrin sanal versiyonu için "işletim sistemi" haline gelmiştir.

CityGML standartlarına göre üretilen şehrin sanal modelleri ile ulaşımın optimizasyonu ve enerjinin verimli kullanılmasına yönelik pratik uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Berlin Şehir Modeli, başta ekonomik kalkınma ve yatırım, gayrimenkul, pazarlama ve etkinlik yönetimi alanları olmak üzere şehirdeki birçok hizmetin geliştirilmesini mümkün kılmıştır. Yıllarca şehirler, kent hizmetlerinin geliştirmesi için Coğrafi Bilgi Teknolojilerini ve mekansal veriyi kullanmışlardır. Akıllı şehirlerde üretilen verilerin ve akıllı şehir uygulamalarının kolaylıkla birlikte

alışabilirliğinin sağlanması için standartlara ihtiyaç duyulmuştur. Öncelikli olarak şehrin 2 boyutlu ve 3 boyutlu veri modeli geliştirilerek farklı mekansal veri kaynaklarından elde edilen mekansal veriler bu modeller üzerinde gösterilmelidir. Bu veri modeli şehrin standardı haline gelerek şehirdeki tüm aktörlerin, veri setlerinin ve teknolojilerin etkileşimde bulunabileceği ortak bir dildir.

CityGML kullanılarak Berlin ve Abu Dabi şehirleri başta olmak üzere birçok şehirde şehir modelleri geliştirilmiştir. Hollanda, Bahreyn ve Almanya’da ülke genelinde CityGML standartlarına dayanarak 3 Boyutlu modeller geliştirilmiştir. CityGML semantik modellemeyi mümkün kılar. Model, her elemana ait yapı, ilişki ve verileri içermektedir.

- Berlin Şehir Modeli dünyadaki en kapsamlı 3 Boyutlu şehir modeli olarak kabul edilmektedir. Bu modeldeki 560.000 bina modelinin cephesi gerçeğe uygun olarak LOD2 (Level of Detail 2) seviyesinde detaylandırılmıştır. 200’den fazla bina ise LOD3 (Level of Detail 3) seviyesinde detaylandırılmıştır. 3 Boyutlu Berlin Şehir Modeli, Berlin Ekonomi Atlası ve Berlin Solar Atlas’ı projelerinin altyapısını oluşturmaktadır [124].
- Avrupa Parlamentosu mekansal veri altyapısının spesifikasyonlarının belirlendiği INSPIRE programı kapsamında oluşturulan veri spesifikasyonlar OGC CityGML standartlarına dayandırılarak geliştirilmiştir. INSPIRE kapsamında OGC CityGML standartları kullanılarak coğrafi bilgi teknolojilerinin yardımıyla Avrupa’daki şehirlerin 3 boyutlu gürültü haritası yapılmıştır [125].
- 3 Boyutlu Hollanda Modeli, OGC tarafından CityGML kullanılarak geliştirilen ülke modeli en iyi örneklerden bir tanesi olarak gösterilmektedir [126].
- Diğer iyi örnek uygulamalar:
- 3D Finlandiya
- 3D Bahreyn Krallığı [127]
- Malezya 3D SDI20 [128]
- 3D Singapur [129]

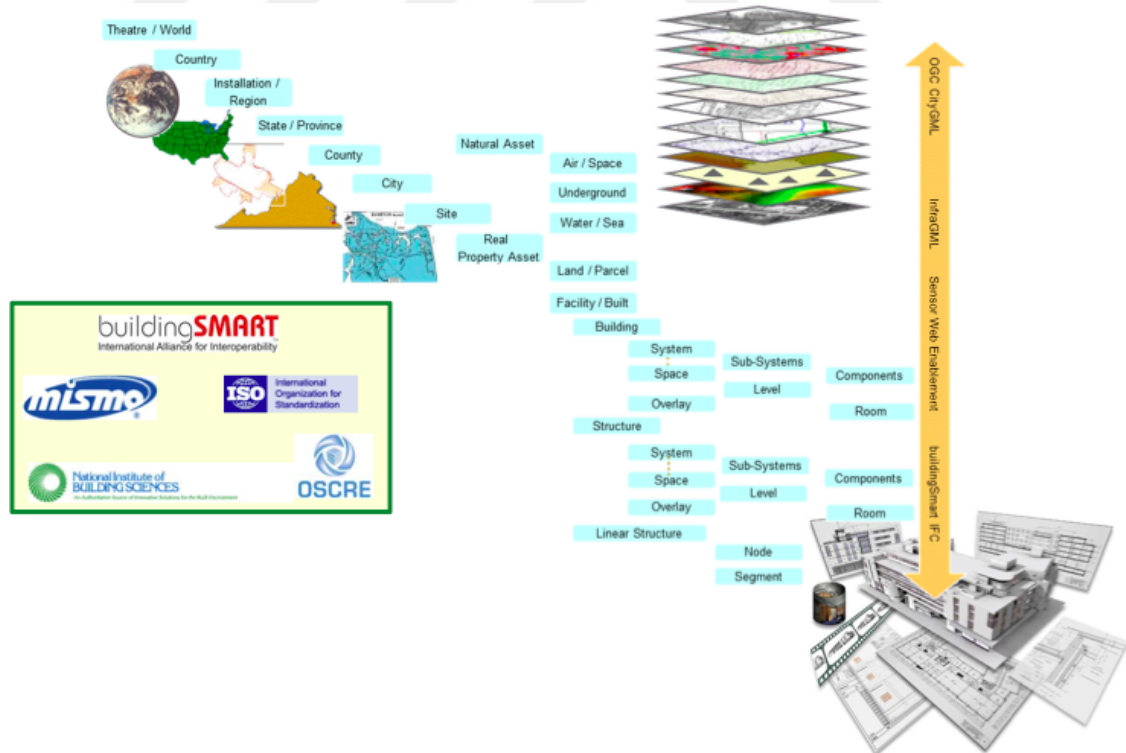
Akıllı Şehir girişimlerinin sağlaması gereken diğer bir OGC standardı ise IndoorGML'dir. Özellikle iç mekanların modellenmesi ve iç mekansal bilgi sistemleri için kullanılan veri modelidir.

LandXML

LandXML, inşaat ve ulaşım endüstrisinde ortak olarak kullanılan inşaat ve arazi ölçümlerine ait veri dosyalarının XML(eXtensible Mark-up Language)' formatında telifi korunmadan depolandığı ve aktarıldığı veri standardıdır. LandXML, 750 üyesi olan 650 kurum ve organizasyon tarafından 40 farklı ülkede kullanılmaktadır ve 70'ten fazla yazılım ürünü bu standarda uyumludur [130].

Bina Bilgi Modeli

Akıllı şehirlerde binalara ait verilerin entegre bir şekilde üretilmesi, depolanması, işlenmesi ve aktarılması için OGC ve diğer standardizasyon örgütleri bir arada çalışarak ISO/TC 59 [131] ve buildingSMART [132] standartlarını geliştirmişlerdir. Bu standartlar binalara ait inşaat, mekansal veri ve binalar tarafından üretilen diğer verilerin Bina Bilgi Modeli sayesinde koordine edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 4.5: Mekansal veri modelleri.

4.3 Yöntem ihtiyacı

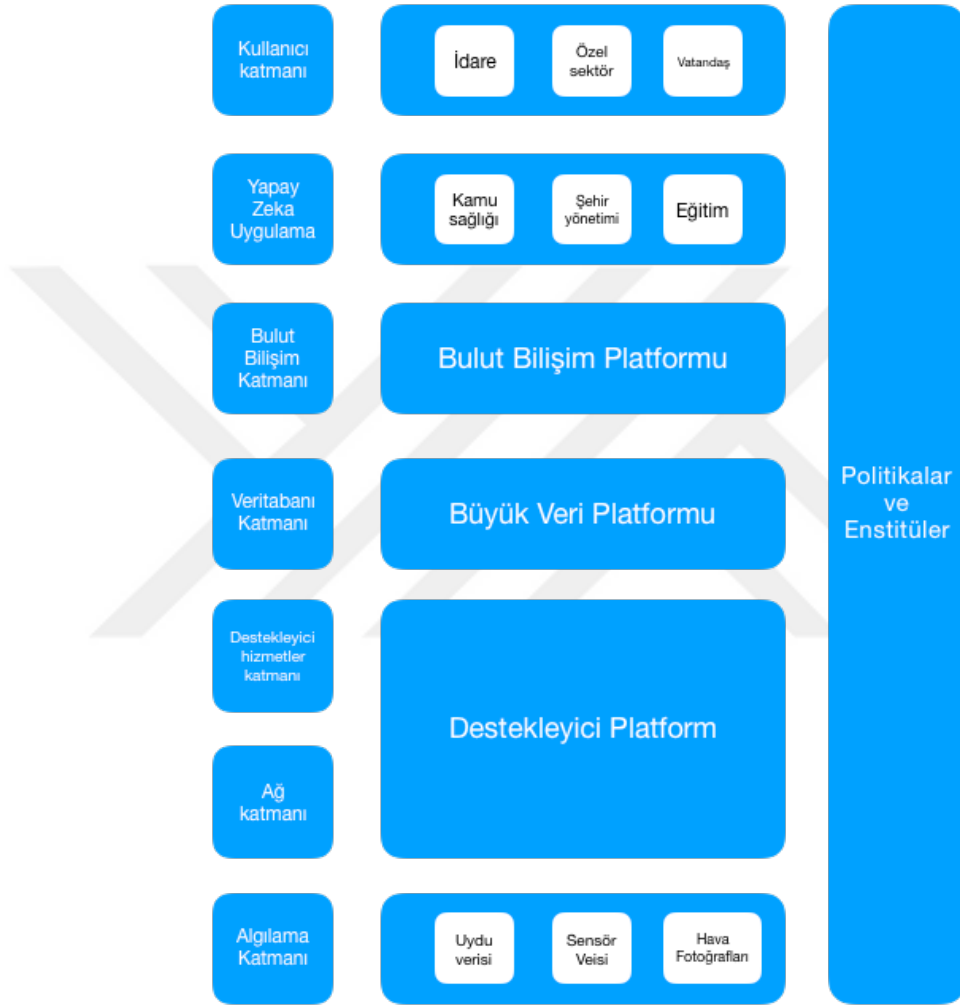
Dijital şehirlere kıyasla akıllı şehirlerin Nesnelerin İnterneti, Büyük Veri, Bulut Bilişim, mobil internet gibi teknolojilerle desteklendiğini görmekteyiz. Akıllı Şehirlere evrilme sürecinde şehirlerin var olan mekansal bilgi sistemlerinin de geliştirilmesi gerekmektedir. Akıllı Şehirlerdeki mekansal bilgi sistemlerinin etkileşim deneyimine sahip, gerçek zamanlı tepki verebilen, mobiliteye sahip (mobility), kontrol ve otonomiye (autonomy) becerilerine sahip olması gerekmektedir. Akıllı Şehirler Mekansal Bilgi Sistemi altyapısının şehirde üretilen verilerin mekansal ve zamansal gerçek zamanlı bir şekilde sunulmasını sağlamalıdır [133]. Literatür çalışmasında belirtildiği üzere mekansal ve zamansal coğrafi bilgilerin (temporal-spatial information) üretildiği, depolandığı, işlendiği, sunulduğu ve bilgilerin gerçek zamanlı olarak erişebildiği mekansal bilgi sistemleri 4 Boyutlu Coğrafi Bilgi Teknolojileri olarak adlandırılmaktadır (4B CBT). Çalışmanın bu kısmında Akıllı Şehirler'de Mekansal Bilgi Sistemi Altyapısı'nın geliştirilmesinde kullanılan yöntem ve teknolojiler incelenmiştir.

Literatürde incelenen akıllı şehir uygulamalarının sonucunda her şehri farklı karakteristik özelliği sahip olması ve öncelikli ihtiyaçlarının çeşitlilik göstermesine rağmen ortak çerçeveye (framework) dahil edilmiştir [134]. Şekil 43'te gösterildiği üzere bu ortak çerçeve algılama katmanı (perception layer), ağ katmanı (network layer), kamu hizmetleri katmanı (public facilities layer), veri tabanı katmanı (database layer), Bulut Bilişim katmanı (cloud information platform layer), yapay zeka uygulama katmanı (the wisdom application layer) ve Kullanıcı Katmanı (user layer)'ni içermektedir. Tüm bu katmanlar kurum ve enstitüler tarafından belirlenen standartlara uyum sağlamaktadır[135].

4.3.1 Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı İhtiyacı

Mekansal Bilgi Altyapısı temel olarak mekansal veri çerçevesini, mekansal verinin organizasyonunu, yönetimini, paylaşılmasını ve aktarılması ile ilgili standartları ifade eder. Günümüzde mekansal veri altyapısı ve elektronik otoyola dayanarak dünyanın yüzeyine ait mekansal sorgulama (query), görselleştirme, analiz ve bilgi madenciliği kapsamlı olarak yapılmaktadır [136, 137,138]. 4B CBT yaklaşımı gerçek zamanlı olarak mekansal verilerin işlenmesini, entegrasyonunu, veri madenciliği analizinin yapılmasına ve verilerin paylaşılmasına olanak verir. 4B CBT Altyapısı, şehirlerin

Akıllı Şehirlere evrilmesi sürecinin temelinde yer alır. Akıllı şehirlere geçiş sürecine geçişteki en önemli kilit kurumlardan birisi de Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'dür. Ortak bir mekansal bilgi sistemi çerçevesinin temeli olan 4B CBT Altyapısı, mekansal verileri ve ilgili veri tabanını bir araya getirerek tüm departmanlar ve endüstriler ile ilgili işletme bilgilerini 4B CBT Altyapısı ile örtüştürebilir. Figür 1'de gösterildiği gibi 4B CBT Altyapısı 3 ana elemana sahiptir:



Şekil 4.6: Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Çerçevesi.

Büyük Veri Platformu (Big Data): Mekansal ve zamansal bilgi kaynaklarının toplanması, bu kaynaklardan elde edilen verilerin statik coğrafi veriler ile entegrasyonu ve mekansal-zamansal büyük veri merkezini içeren platformdur.

Bulut Bilişim Platformu (Cloud Service): İsteğe bağlı uygulamaları (on-demand application) desteklemek için servis veri yolu (service bus) kullanılarak oluşturulan bir bulut servis platformudur.

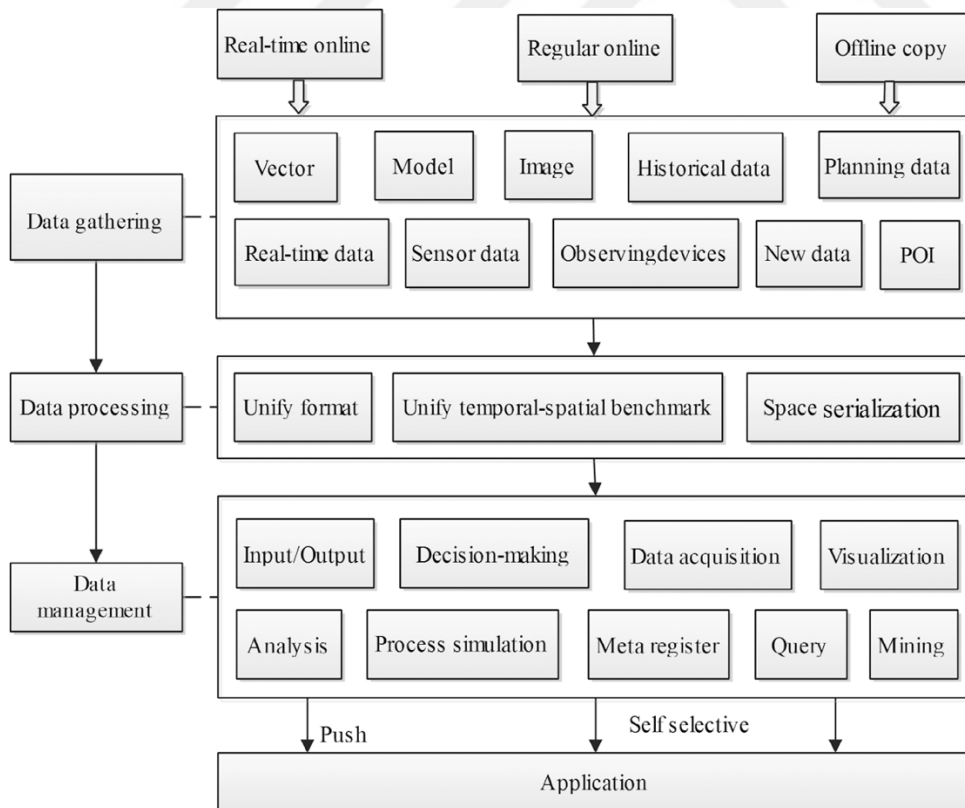
Destekleyici Ortam (Supporting environment): 4B CBT altyapısının üretilen

politika, regülasyon ve standartlar doğrultusunda donanım, depolama ve ağ hizmetlerinin sağlandığı destekleyici ortamdır.

Destekleyici Ortam (Supporting environment): 4B CBT altyapısının üretilen politika, regülasyon ve standartlar doğrultusunda donanım, depolama ve ağ hizmetlerinin sağlandığı destekleyici ortamdır.

4.3.1.1 Büyük Veri Platformu (Big Data)

Akıllı şehirlerde üretilen mekânsal-zamansal veriler üretilen verinin versiyon geçmişlerini içermekle birlikte nesnelerin interneti ve diğer akıllı cihazlar tarafından üretilen mekansal-zamansal veriler gerçek zamanlı (streaming) olarak aktarılmaktadır. Bu mekansal veriler sahip oldukları zaman damgası ile birlikte Mekansal-Zamansal Büyük Veri Platformu yönetilmektedir. Figür 2’de gösterildiği gibi verinin toplanması ve yönetilmesi Mekansal-Zamansal Büyük Veri Platformu’nda gerçekleşir. Birden fazla kaynaktan elde edilen heterojen bir yapıya sahip olan yapılandırılmamış veriler Mekansal-Zamansal Büyük Veri Platformu’nda depolanmakta ve işlenmektedir [139].



Şekil 4.7: 4B CBT Mekansal Büyük Veri Yönetim Platformu.

Verinin Toplanması

Harita yapım ve üretimden sorumlu otoriteler başta haritalar olmak üzere statik mekansal verileri düzenli periyotlarla güncellenerek veri tabanına aktarılmalıdır. Nesnelerin interneti ve diğer akıllı cihazlar tarafından anlık üretilen gerçek zamanlı mekansal veriler büyük veri merkezlerine kablolu veya kablosuz internet aracılığıyla gönderilir. Yapılandırılmış ve yapılandırılmamış veya gerçek zamanlı mekansal veriler zaman, mekan ve öznitelik (attribute) özelliklerini içermelidir. Zaman özelliği verinin güncelliğini, mekan özelliği konumun özelliklerini ve öznitelik özelliği ise verinin semantiğini (semantic) gösterir. Var olan Coğrafi Bilgi Sistemi altyapısı ve statik mekansal veri tabanlarının kapsamı genişleterek ve veri tabanları tekrardan organize edilerek 4B CBT Altyapısı oluşturulabilir. Şehirde gerçek zamanlı olarak üretilen veriler gerçek zamanlı olarak veri tabanlarına aktarılmalıdır (importing real time) [139].

Verinin İşlenmesi

Akıllı şehirlerde veriler şehir yönetiminin merkezini oluşturmaktadır. Şehirde bulunan akıllı şehir uygulamalarının farklı çeşitte ve formatta üretilen verileri kullanabilmeleri için bu verilerin ön işleme aşamasında ortak bir formata getirilmesi ve diğer veriler ile birleştirilmesi gerekmektedir. Yapılandırılmış ve yapılandırılmamış mekansal-zamansal büyük veriler mekansal serileştirme (space serialization) işleminden geçirilerek gerçek zamanlı bir şekilde paylaşılmalıdır. Verinin işlenmesi; temel olarak verilerin ortak bir formata getirilmesi, mekansal-zamansal olarak referanslanması ve mekansal olarak dizi haline getirilmesidir. Verilerin ortak formata getirilmesi; farklı coğrafi bilgi sistemlerine ait verilerin zarar görmeden ortak bir formata dönüştürülmesidir [139].

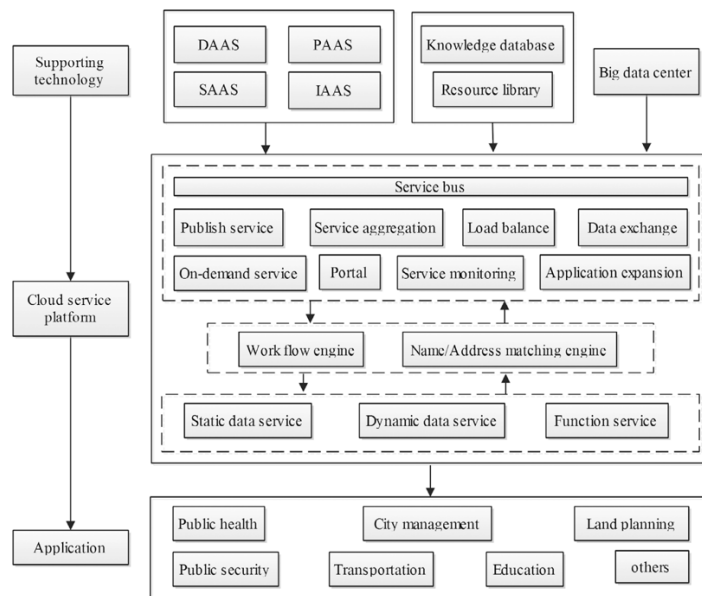
Verinin Yönetilmesi

Mekansal-zamansal veri yönetimi; büyük verinin el edilmesi, analiz edilmesi, görselleştirilmesi, benzeşmeye dayalı anlam çıkarılması ve veri madenciliğini içermektedir. Verinin girişi ve çıkışı, düzenlenmesi ve işlenmesi, sorgulanması, istatistiklerinin oluşturulması, görselleştirilmesi, dinamik olarak güncellenmesi, veri geçmişinin yönetimi ve veri güvenliği veri yönetimi araçlarının desteği ile gerçekleştirilmektedir. Mekansal-zamansal veri yönetimi; farklı veri çeşitlerinin birleştirilmesi, bilgilerin dışa aktarılması, mekansal-zamansal verinin sınıflandırılması

ve geleceğe yönelik analizlerin yapılmasını da desteklemektedir. Mekansal-zamansal veri yönetimi; akıllı şehir uygulamalarının gereksinimlerini sağlamak için benzetimlerden anlam çıkarma ve büyük veri madenciliği teknolojileri ile desteklenmektedir. Büyük veri madenciliği temel olarak geçmişe dayalı çıkarım (historical reasoning) metodu, karar ağacı ve gen algoritması (decision tree and genetic algorithm), küme analizi (cluster analysis), çevrimiçi analitik işleme (online analytical processing), neural ağ ve Baye's teoremi kullanılarak büyük veriden bilgi elde edilmektedir [139].

4.3.1.2 Bulut Bilişim Platformu (Cloud Service)

Akıllı Şehir Mekansal-Zamansal Bulut Bilişim Platformu, çeşitli mekansal-zamansal bilgi türlerini toplamak ve gerçek zamanlı veri toplayabilmek için her yerde bulunan ağ, sensörler ve bulut bilişimi kullanmaktadır. Akıllı Şehir Mekansal-Zamansal Bulut Bilişim Platformu, mekansal verileri sağlamak ve algılama, işlev ve geliştirme hizmetini yorumlamak için bulut bilişim teknolojisini kullanmaktadır. Figür 3'te gösterildiği bu platform temel olarak Servis olarak yazılım (Software as a Service- SaaS), Servis olarak platform (Platform as a Service- PaaS), ve Servis olarak altyapı (Infrastructure as a Service- IaaS) yetilerine sahiptir. Mekansal-Zamansal Bulut Bilişim Platformu, var olan coğrafi bilgi sistemi platformuna dayanarak ortak sensör erişim servisi, akıllı yorumlama servisi ve mekansal-zamansal analizi yaparak hesaplama ve depolama kapasitesinin elastik dağılımını genişletmektedir [139].



Şekil 4.8: 4CBT Bulut Platformu Mimarisi.

Statik Mekansal Veri Servisi (Static geographical data service)

Statik mekansal veriler temel olarak vektör, raster, yer adları, adres, bina modelleri gibi verileri içermektedir. Bu veriler ulusal standartlara göre bulut platformunda yayınlanmaktadır. Bulut platformu; Web Harita Servisi (Web Map Service- WMS), Web Detay Servisi (Web Feature Services- WFS), Web Raster Servisi (web covering services -WCS), 3 boyutlu web model servisi, 3 boyutlu arazi verisi servisi, 3 boyutlu yüzey servisi ve adres kodlama servislerine (address geocoding services) sahiptir.

Dinamik Gerçek Zamanlı Veri Servisi (Dynamic real-time data service)

Akıllı şehirlerde 3 boyutlu kapsama sahip boylamsal ve yatay düzlemde kapsamlı ve kusursuz bir algılama ağı oluşturulması için yersel veri kazanımları (RFID, kameralar, akıllı telefonlar ve sensörler) ve uydu verileri bir arada kullanılmaktadır. Bulut platformu ile birlikte dinamik olarak gerçek zamanlı veri akışı sağlanmaktadır. Gerçek Zamanlı mekansal veri servisi: 4B CBT, sensörler tarafından toplanan verilerin farklı kullanıcılar tarafından kullanılmasına olanak sağlar. 4B CBT altyapısı, sürekli çalışan uydu konumlandırma servisini bir bulut platformuna entegre ederek kablosuz ve kablolu ağlar yardımı ile GPS ağ servisi sağlamaktadır [133].

Bulut Yönetim Platformu (Cloud management platform)

Bulut yönetim platformu 4B CBT sisteminin temel bileşenidir. Bulut yönetim platformu tarafından gerçekleştirilen işlemler:

- Kamu hizmetleri ve endüstrideki aktörlerin verileri kullanabilmeleri için büyük ölçekli veri setlerinin entegrasyonunun sağlanması
- Bulut Yönetim Platformu diğer veri değişim platformu, veri kümeleme, veri dönüştürme, veri işleme ve veri madenciliği özellikleri sağlayarak geliştiricilere (developers) kendi uygulamalarını geliştirme imkanı sunar. Bulut Yönetim Platformu, Mekansal Bilgi Servisi haricinde altyapısı servis yetisi (infrastructure services), talebe yönelik servis (on-demand service), operasyon ve bakım izleme yetilerine (operation and maintenance monitoring capabilities) de sahiptir.

Veri Eşleştirme Motoru (Data match engine)

Ad ve adres eşleştirme motoru mekansal bilgi ve diğer bilgiler arasında köprü vazifesi görmektedir. Veri eşleştirme motoru ile birlikte hassas olarak konumlar belirlenerek tematik bilgiler ile entegre edilmektedir [140]. Mekansal servisleri kullanan araçlar (navigasyon) için geometrik ve anlamsal eşleştirme metodu kullanılarak çok çeşitli kaynaklardan elde edilen veriler entegre ve analiz edilmektedir [141].

İş Akış Motoru (Work flow engine)

İş akışı; mantık ve kurallara uygun olarak tüm iş sürecini doğru bir şekilde temsil eden ve işlerin uygulanmasını otomatik olarak hesaplayan ve kullanıcının tematik sistemi kişiselleştirmesine yardımcı olan bir modeldir [141]. Kurallar yönetim kütüphanesi temel olarak tanımlanmış standart kural modüllerine, akış ilişkilerine, tanımlanmış işlem örneklerine ve iş süreçlerini içermektedir. Tamamlanmış işlemlere; depolama, analiz etme, düzenleme ve return işlemleri örnek olarak verilebilir.

4.3.1.3 Destekleyici Ortam (Supporting environment)

4.3.2 CBS alt yapısından 4B CBT Altyapısına Geçiş Süreci

Dijital şehirler ve akıllı şehirler arasında üç temel karakteristik farklılık vardır:(1) Dijital şehirlerde temel veriler statik iken akıllı şehirlerdeki temel veriler gerçek zamanlı verileri içeren dinamik verilerdir. Akıllı şehirlerle üretilen temel verilerin kaynakları ve veriler dinamik bir hale gelmeye başlamıştır. (2) “Gerçek Şehir” ve “Dijital Şehir” yalnızca akıllı şehir safhasında birbiri ile bağlantılıdır. (3) Akıllı şehirlerde bilgilerin analiz edilmesi ve bilgi üretilmesi (knowledge generation)’ne vurgu yapılırken dijital şehirlerde bilginin paylaşılmasına vurgu yapılmaktadır [133]

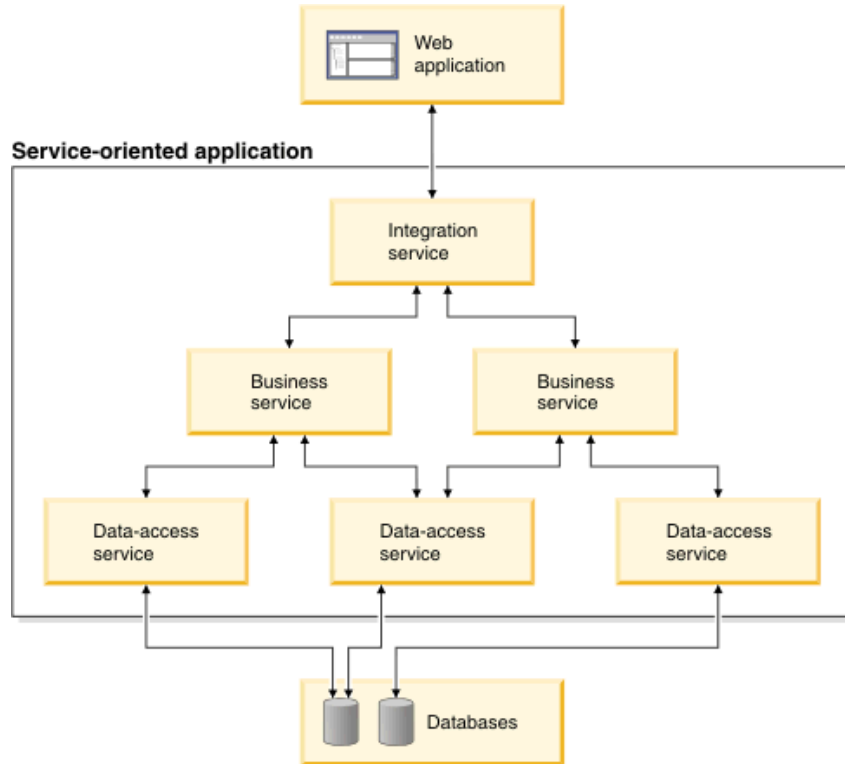
Dijital şehirlerde mekansal bilgi çerçevesi; mekansal veriye dayalı referanslama, coğrafi bilgi veri tabanı ve coğrafi bilgi servisi içermektedir [142]. Akıllı şehirlerde ise 4B CBT altyapısı ile birlikte veriler mekansal ve zamansal olarak güncellenmektedir. Figür 2’de gösterildiği üzere 4B CBT altyapısına geçişte 4 iyileştirme yapılmıştır:

- Mekansal datum mekansal ve zamansal datum olarak geliştirilmelidir.
- Coğrafi bilgi veri tabanları, mekansal ve zamansal veri tabanlarına evrilmelidir.

- Coğrafi bilgi servisleri yerine mekansal ve zamansal bulut bilişim servisleri kullanılmalıdır
- Dağınık bulut kümelerine sahip destekleyici ortamlar yerine bir noktada toplanmış bulut destekleyici ortamlar kullanılmalıdır. Mekansal-zamansal Büyük Veri ve Bulut Bilişim platformları aynı bulut ortamında yer almalıdır ve servis veri yolu (service bus) bilgi alışverişi sağlanmalıdır [139].

4.4 Sistem entegrasyonu ve Standart ihtiyacı

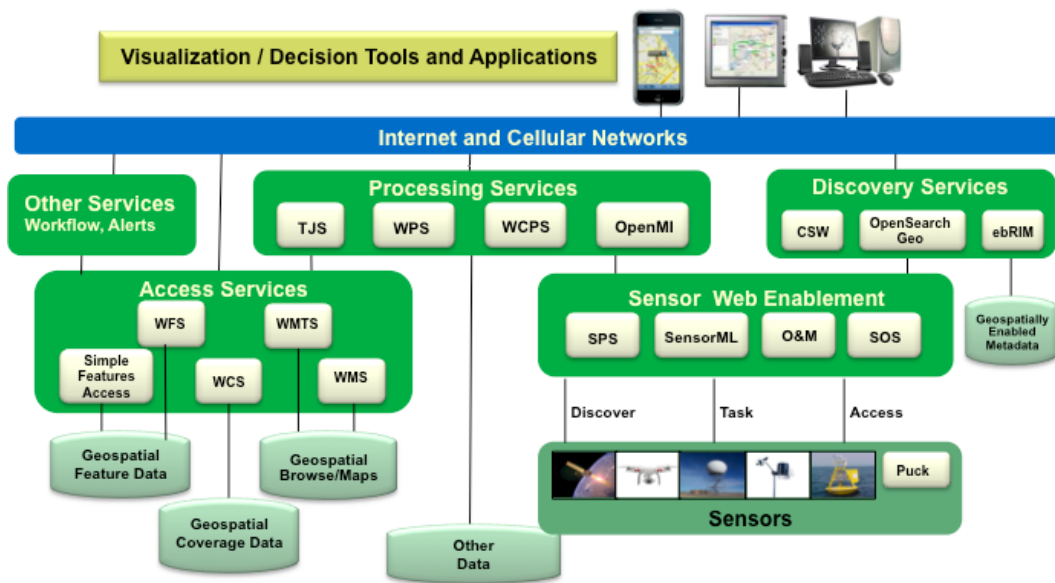
Akıllı Şehirlerdeki sistemlerin ve uygulamaların birlikte çalışabilirliği sağlanması için şehirdeki tüm sistemlerin entegre bir şekilde çalışması gerekmektedir. Akıllı şehirlerde mekansal veriye erişimin sağlanması ve bu verilerin entegre bir şekilde işlenmesi için servis odaklı mimari (Service Oriented Architecture- SOA) kullanılmaktadır [120]. Birbirinden farklı servislerin bir araya getirilmesi ile belirli yapılar oluşturularak servislerin uyumlu çalışmasını sağlayan bir mimaridir. Diğer bir ifadeyle birden fazla uygulamanın içinde bulundurmış olduğu modüllerinin/fonksiyonlarının başka uygulamalar tarafından kullanılmasına olanak veren mimaridir. Servis odaklı mimari (SOA) kullanılarak veri silolarının oluşması engellenmektedir [143].



Şekil 4.9: Servis odaklı mimari (SOA).

4.4.1 Mekansal Servis Mimarisi (Geospatial Services Architecture)

Akıllı şehirlerde mekansal veriye erişim servis odaklı mimari ve Şekil 47’te yer alan açık standartlar (open standards) sayesinde gerçekleştirilir. Şekil 47’te Akıllı Şehirlerde karar destek mekanizmasını desteklemek için kullanılan OGC Servis Mimarisi gösterilmiştir. OGC tarafından geliştirilen servisler Şekil 47’te gruplar halinde gösterilmiş ve bu bölümde OGC servisleri incelenmiştir. OGC servisleri; veri arama servisleri (CSW, OpenSearchGEO, ebRIM) veriye erişim servisleri (WMS, WFS, WMTS, WCS, Simple Features Access), veri işleme servisleri (WPS, TJS, WCPS, OpenMI), Sensor Web Enablement servisi (SWE)’ni içermektedir [116].



Şekil 4.10: Mekansal verinin erişimi ve işlenmesi için birlikte çalışabilir OGC Servis Mimarisi.

4.4.1.1 Veri Erişim Servisleri

En yaygın olarak kullanılan veri erişim servisleri; Web Harita Servisi (WMS), Web Detay Servisi (WFS), Web Raster Servisleridir (WCS). OGC tarafından geliştirilen WFS aynı zamanda ISO 19142 tarafından da standart olarak kabul edilmiştir. WFS ile birlikte GML (Geography Markup Language) formatından oluşturulmuş olan mekansal veriler web ortamında görüntülenebilir ve mekansal verileri güncellenebilir. WFS, mekansal veriye erişim ve verinin düzenlenmesi için bir ara yüz tanımlamaktadır. Bu ara yüz ile kullanıcılar farklı kaynaklardan elde edilen mekansal verileri birleştirebilir, kullanabilir ve yönetebilir. GML, JSON ve KML formatları da WFS açık standardına uyumludur. Web Raster Servisi- WCS, alan olarak temsil edilen mekansal verilerin web ortamında gösterilmesi ve bu verilerin paylaşılması için OGC tarafında geliştirilen bir açık standarttır. WMS vektör verisi

için geliştirilmiş iken WCS raster veriler için geliştirilmiştir. NetCDF, HDF, GRIB, BUFR ve GeoTIFF formatları WCS açık standardına uyumludur [144,145].

4.4.1.2 Veri İşleme servisleri (WPS)

WPS, mekansal verilerde veri giriş (input) ve çıkış (output) işleminin nasıl olması gerektiğinin belirleyen bir servis standardıdır. WFS aynı zamanda kullanıcıların nasıl istek (request) göndermeleri gerektiği ve veri çıkışının nasıl olması gerektiğini tanımlar. WFS web ortamında harita üzerinde düzenleme ve mekansal analiz yapılmasına olanak sağlamaktadır [146].

4.4.1.3 Katalog Servisi (Catalogue Services)

Katalog servisi (kayıt defteri servisi- registry service) arama, gözetme ve meta verisi sorgulama hizmeti sağlayan bir servistir. OGC tarafından geliştirilen Catalogue Service for the Web (CSW) standardı bu servisin farklı sistemler tarafından entegre bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır [147].

4.4.2 Sensör Bilgisi (Sensor Web Enablement -SWE)

Farklı sensörler tarafından üretilen verilerin web ortamında aranabilir, erişilebilir ve kullanılabilir olmasını sağlayan Sensör Bilgi standardı OGC tarafından geliştirilmiştir. Sensör Bilgi standardı (SWE); gözlem ve ölçüm (O&M), sensör modelleme dili (SensorML) ve sensör gözlem servislerini (SOS), Sensör Planlama Servisi, PUCK Protokolü, SWE Veri Modeli ve SWE Servis modeli standartlarını içermektedir. OGC tarafından geliştirilmiş olan Sensor Web Enablement (SWE) SensorThings API nesnelerin interneti alanında standart haline gelmekte olan bir standarttır [148].

4.4.3 Context Document ve GeoPackage

OGC tarafından geliştirilen Web Services Context Document (OWS Context) standardı mekansal verilerin mekana dayalı ve konularına göre sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. OWS Context ile sınıflandırılmış harita katmanları ve öznitelikler veri tabanından kolaylıkla çekilebilir. GeoPackages SQLite Extensions aracılığıyla farklı ölçekteki vektör verilerinin özniteliklerinin ve raster haritaların direkt kullanılmasını tanımlayan standarttır. GeoPackges kurumsal ve kişisel bilgisayar

ortamında özellikle mobil cihazlarda sınırlı bağlantı ve bant genişliği düşük olan ortamlarda daha da kullanışlıdır [149,150].

4.4.4 Görselleştirme ve Artırılmış Gerçeklik

GeoPackges OGC mekansal verilerin görselleştirilmesi için WMS, WMTS, KML, SLD ve OGC ARML gibi standartlar geliştirmiştir.

- Web Harita Servisi (Web Map Service- WMS): Web Harita Servisi basit HTTP ara yüzü ile merkez veya dağınık veri tabanındaki haritaların web ortamında gösterilmesini sağlamaktadır. Veri tabanlarından çekilen haritalar TIF veya JPEG formatında görselleştirilmektedir.
- Web Harita Döşeme Servisi (Web Map Tile Service -WMTS): Web Harita Döşeme Servisi, georeferanslanmış harita görüntüsünün web ortamında önceden tanımlanmış içerik, kapsam ve çözünürlükte sunulmasını sağlar. WMTS'nin WMS'ye göre avantajı server tarafında renderlanan verinin web ortamında sunulmasıdır ve harita web ortamında daha hızlı yüklenmektedir.
- Katman Biçim Belirteci (Styled Layer Descriptor -SLD): Katman Biçim Belirteci, kartografik olarak farklı tasarımlara sahip olan katmanların web ortamında da aynı biçimde aktarılmasını sağlayan XML tabanlı bir standarttır.
- OGC ARML 2.0: Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının web ortamında gösterilmesi ve paylaşılması için geliştirilen bir standarttır. 3 boyutlu şehir modellerinin artırılmış gerçeklik ile sunulmasına olanak sağlar [116].

5. BULGULAR

Akıllı Şehir birçok bileşenden oluşur ve bunların başında da insan gelir. İnsan, şehrin odağı olduğundan Akıllı Şehrin kalbi de Akıllı İnsandır. Akıllı İnsan, şehir halkının Akıllı Şehir alanında bilinçlenmesini, yenilikçi Akıllı Şehir uygulamalarının yayılmasını ve geliştirilmesini sağlar. Akıllı Şehrin beyni de Akıllı Yönetim'dir. Akıllı Yönetim, e-belediye gibi şehirlerin idaresi sırasında yürütülen hizmetlerin daha tümleşik, verimli ve etkin olmasını sağlar. İstikrarlı bir ekonomi, istikrarlı bir şehir demektir. Akıllı Ekonomi, M2M gibi teknolojiler sayesinde akıllı süreçler ve gerçek zamanlı veriler ile şehir ekonomisini canlandırır. Akıllı Mobilite, şehir içi ulaşımında kullanılan tüm ulaşım modları için daha güvenli, konforlu ve çevre dostu seyahat imkanı sunar. Birbiri ile ilişkili olan Akıllı Çevre ve Akıllı Enerji de sürdürülebilir şehirler için vazgeçilmezdir. Akıllı Çevre; kirlilik yönetimi, atık yönetimi, kaynak yönetimi, akıllı binalar, vb. ile çevreye duyarlı hizmetler sunarken Akıllı Enerji ise yenilenebilir enerji, akıllı sayaçlar, akıllı şebekeler, vb. ile enerji ihtiyacımızı daha verimli ve çevreci sağlar. Akıllı Yaşam ise şehirlerdeki yaşam kalitesini yükseltmek için sağlık, güvenlik, eğitim, vb. kamu hizmetlerinin daha etkin sunulmasında rol alır.

Akıllı şehirler, teknoloji yardımıyla pek çok çözümler sunmakla birlikte, odağının teknoloji değil, insan olması önem taşımaktadır. Teknolojinin, vatandaşların yaşam kalitesini artırmaya destek olacak bir araç olarak kullanılması, akıllı şehir uygulamalarının başarıya ulaşması açısından kilit bir öneme sahiptir. Türkiye'de merkezi otorite, yerel yönetimler ve özel sektör tarafından gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde akıllı şehir uygulamalarında en önemli güçlük olarak finansal yeterlilik ve kurumlar arası işbirliklerinin verimli olarak sağlanamaması tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen Amsterdam, Barcelona, Cenova ve Singapur örneklerinde akıllı şehir uygulamalarının geliştirilmesinde sivil toplum, halkın katılımı şehirlerde kurulan Akıllı Şehir ekosistemleri önemli rol oynarken ülkemizde gerçekleştirilen çalışmalarda halk katılımı yetersiz kalmaktadır. Özellikle sivil toplum kuruluşları (STK), üniversiteler ve diğer belediyelerle işbirliğinin daha da

geliştirilebileceği gözlemlenmiştir. İncelenen akıllı şehir uygulamalarında yenilikçi yaklaşımlar kritik başarı faktörleri arasında yer almaktadır. Kurumların akıllı şehir teknolojileri konusundaki gelişmeleri yakından takip ederek ve içselleştirerek bunları şehrin ihtiyaçlarına göre hızlı bir şekilde adapte edebilmek için değişim ve yenilik yönetimi gibi konulara önem vermeleri gerekmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinde uzmanlık, akıllı şehir uygulamalarında en kritik başarı faktörleri arasında yer almaktadır. Bu durum, akıllı şehirler konusunda bilgi ve deneyim eksikliği ile birlikte ele alındığında uygulamalarda yetkin insan kaynağı konusunun önemi ortaya çıkmaktadır.

Vatandaşın sürece dahil olması akıllı şehir projelerinin başarısı açısından önemli olarak addedilmekte olup, akıllı şehir uygulamalarının amaçları arasında vatandaş hayatının kolaylaştırılması ve hayat standartlarının iyileştirilmesi ilk sırada yer almıştır. Vatandaşların katılımının artırılması ve vatandaşların BİT teknolojilerini etkin olarak kullanabilmeleri için şehir sakinlerinin eğitilmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda bu kapsamda yetişkinlere yönelik bir çalışma bulunamamıştır.

5.1 Mevcut durumun irdelenmesi

Vatandaşın sürece dahil olması akıllı şehir projelerinin başarısı açısından önemli olarak addedilmekte olup, akıllı şehir uygulamalarının amaçları arasında vatandaş hayatının kolaylaştırılması ve hayat standartlarının iyileştirilmesi ilk sırada yer almıştır. Vatandaşların katılımının artırılması ve vatandaşların BİT teknolojilerini etkin olarak kullanabilmeleri için şehir sakinlerinin eğitilmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda bu kapsamda yetişkinlere yönelik bir çalışma bulunamamıştır. Türkiye’de akıllı şehirlere geçiş süreci ile ilgili ilk defa bütünsel bir yaklaşım Onuncu Kalkınma Planında geliştirilmiştir. Onuncu Kalkınma Planında akıllı şehirlere yer verilmesi ile birlikte başta Çevre ve Şehircilik Bakanlığı olmak üzere kamu kuruluşları ve özel sektörde teknoloji firmaları stratejik planlarında akıllı şehir ve akıllı şehir uygulamalarına yönelik çalışmalara yer vermiştir. Türkiye’de şehirlerin akıllı şehirlere geçiş sürecinde merkezi otorite, yerel otoriteler ve özel sektör tarafından gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar vardır.

Türkiye genelinde bütünsel akıllı şehir çalışmalarının geliştirilmesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın politika sahibi olduğu ve TÜBİTAK Bilgem tarafından yürütülen 2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır.

2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı projesinin geliştirilmesi sürecinde merkezi otorite, il ve ilçe belediyeleri, özel sektör temsilcileri, sivil toplum kuruluşları ve üniversitelerin ilgili bölümlerinden akademisyenler analiz çalışmaları ve odak gruplarına katılarak bu politikaların geliştirilmesine dahil olmuştur. Bu kapsamda uluslararası literatür çalışması, yurtdışı yerinde inceleme ziyaretleri, kapasite kazandırma çalıştay, merkez yönetim ve tedarikçi çalıştay, paydaş görüşmeleri, uluslararası strateji belgesi incelemesi ve dünya örneği incelemesi ve yerel yönetim anketleri gibi faaliyetler gerçekleştirerek “2019-2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır. 2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı projesi; Mevcut Durum Analizi ve İhtiyaçların Tanımlanması, 2019 – 2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı’nın Hazırlanması, Akıllı Şehirler Ekosistemi Kapasite Kazandırma, Ulusal Akıllı Şehirler İzleme Değerlendirme Modeli ve Sisteminin Oluşturulması, Ulusal Akıllı Şehirler Olgunluk Değerlendirme Modelinin Oluşturulması safhalarını içermektedir. Merkezi otorite tarafından Akıllı Kent Bilgi Paylaşımı Portalı, Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) Altyapısının Kurulumu Projesi, e-Devlet ve Dijital Türkiye gibi ulusal projeler gerçekleştirilmiştir.

Türkiye’de uluslararası örneklere benzer bir “data.gov” portalı mevcut değildir. Ancak, Resmi İstatistik Programı(RİP), kapsamında ulusal istatistik ve veri setlerinin belirlenen standartlarda hazırlanması ve yayınlanmasına yönelik çalışma mevcuttur. Bu çalışma kapsamında resmistatistik.gov.tr isimli portal oluşturulmuştur. Bu portal üzerinden resmi olarak sağlanan tüm istatistiklere açık erişim sağlanabilmektedir. Data.gov.tr platformunun en kısa zamanda açılarak açık veri setlerinin bu platformda paylaşılması akıllı şehir ekosisteminin gelişmesinde en önemli adımlardan bir tanesi olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye’de gerçekleştirilen mevcut akıllı şehir uygulamalarının beklenildiği ölçüde bulut bilişim ve büyük veri analitiğinden faydalanmadıkları gözlemlenmiştir. Mobil uygulamalar ise oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Akıllı şehir uygulamalarında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) altyapısı bir yandan söz konusu projelerin başarısı açısından en önemli unsurlar arasında yer alırken diğer yandan da bu projelerin gerçekleştirilmesi sırasındaki en önemli engellerden birisi olarak değerlendirilmektedir. Farklı kurumların sahip olduğu farklı Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) altyapısı kurumlar arası işbirliğini zorlaştırmakta ve veri silolarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu engelin aşılması için mekansal veriye erişimin sağlanması ve bu

verilerin entegre bir şekilde işlenmesi için servis odaklı mimari (Service Oriented Architecture- SOA) kullanılması gerekmektedir. Ortak bir mekansal bilgi sistemi çerçevesinin temeli olan 4B CBT Altyapısı, mekansal verileri ve ilgili veri tabanını bir araya getirerek tüm departmanlar ve endüstriler ile ilgili işletme bilgilerini 4B CBT Altyapısı ile örtüştürülmelidir.

5.1.1 CBS'nin akıllı kentlere dönüşüme katkısı

Mekansal veri ve CBS akıllı şehirlere geçiş sürecinde ve akıllı şehirlerin inşasında ana temel bileşendir. Fiziksel şehrin sanal ortama aktarılmasında mekansal ve CBS önemli bir referans çerçevesi oluşturmaktadır. CBS teknolojisi farklı alan ve sektörlerde kullanıldığı gibi akıllı şehirlerde de önemli bir role sahiptir. Her türlü coğrafi verinin; üretilmesi, temini, depolanması, işlenmesi, yönetilmesi, analiz edilmesi, paylaşılması, sunulması ve güncel tutulması için gerekli olan donanım, yazılım, insan kaynağı, standartlar ve yöntemler akıllı şehir uygulamalarında etkin kullanılabilmesi kuvvetli bir CBS altyapısını gerektirmektedir. Veri açısından CBS; kitlel kaynak ve gerçek zamanlı şehir sensör verisinin toplanması, gerçeğe yakın 3 boyutlu şehir modelinin oluşturulması ve verilerin bu model üzerinde görselleştirilmesi son kullanıcıya avantajlar sağlamanın yanında veri işlenmesi, verinin görselleştirilmesi ve insan-bilgisayar etkileşimi gibi zorlukların üstesinden gelinmesine katkı sağlamaktadır.

Akıllı Şehir girişimlerinin veri ihtiyaçları ve bu verilerinin organizasyonunun OGC Akıllı Şehir Girişim Çerçevesi (Smart City Enterprise framework)'ne göre birlikte çalışabilirlik ilkesine dayanan bilgi sistemlerinin oluşturulması gerekmektedir. Akıllı şehir verilerinin zamana ve mekâna dayalı olarak kullanılması akıllı şehirlerde sağlanan birçok hizmetin temelini oluşturmaktadır. Bu yaklaşım şehirlerde elde edilen verilerin analiz edilmesine ve karar verme sürecini desteklemektedir. OGC tarafından geliştirilmiş olan açık standartlardan biri olan CityGML akıllı mekansal şehir alt yapısının oluşturulmasında kullanılması gereken bir standarttır.

Akıllı şehirler güvenilir ve yetkili kurumlar tarafından üretilmiş veriye ihtiyaç duyarlar. 2 boyutlu haritalar, 3 boyutlu şehir modeli, adres bilgi sistemi, alt yapı (Bina Bilgi Sistemi, Akıllı Şebeke) ve sensör verileri şehirdeki yaşam kalitesini artırmak ve etkin şehir yönetimi sağlanması için önem arz etmektedir. Ayrıca Akıllı şehirlerin gönüllü veri (volunteered), büyük veri ve bağlı veri gibi farklı veri türlerine açıklığı (openness) da kritik önem arz etmektedir. Farklı veri türlerinin var olması güçlü veri entegrasyon platformuna ihtiyacı doğurmuştur. OGC tarafından geliştirilen City

Geography Markup Language (CityGML) standardı farklı kaynaklar tarafından üretilen ve farklı türdeki verilerin entegrasyonunda kilit bir öneme sahiptir. Akıllı şehirlerde üretilen verilerin ve akıllı şehir uygulamalarının kolaylıkla birlikte çalışabilirliğinin sağlanması için standartlara ihtiyaç duyulmuştur. Öncelikli olarak şehrin 2 boyutlu ve 3 boyutlu veri modeli geliştirilerek farklı mekansal veri kaynaklarından elde edilen mekansal veriler bu modeller üzerinde gösterilmelidir. Bu veri modeli şehrin standardı haline gelerek şehirdeki tüm aktörlerin, veri setlerinin ve teknolojilerin etkileşimde bulunabileceği ortak bir dildir.





6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mekansal Bilgi Altyapısı temel olarak mekansal veri çerçevesini, mekansal verinin organizasyonunu, yönetimini, paylaşılmasını ve aktarılması ile ilgili standartları ifade etmektedir. 4B CBT yaklaşımı gerçek zamanlı olarak mekansal verilerin işlenmesini, entegrasyonunu, veri madenciliği analizinin yapılmasına ve verilerin paylaşılmasına olanak vermektedir. 4B CBT Altyapısı, şehirlerin Akıllı Şehirlere evrilmesi sürecinin temelinde yer almaktadır. Şehirlerde Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Çerçevesi'nin uygulanabilmesi için şehirlerin Büyük Veri Platformu (Big Data), Bulut Bilişim Platformu (Cloud Service) ve Destekleyici Ortam (Supporting environment) alt yapısına sahip olmaları gerekmektedir. Bu altyapı ile birlikte akıllı şehirlerde üretilen mekânsal-zamansal veriler üretilen verinin versiyon geçmişlerini içermekle birlikte nesnelerin interneti ve diğer akıllı cihazlar tarafından üretilen mekansal-zamansal veriler gerçek zamanlı (streaming) olarak paylaşılabilir.

Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Çerçevesi oluşturulması için harita yapım ve üretimden sorumlu otoriteler başta haritalar olmak üzere statik mekansal verileri düzenli periyotlarla güncellenerek veri tabanına aktarılmalıdır. Nesnelerin interneti ve diğer akıllı cihazlar tarafından anlık üretilen gerçek zamanlı mekansal veriler büyük veri merkezlerine kablolu veya kablosuz internet aracılığıyla gönderilmelidir. Yapılandırılmış ve yapılandırılmamış veya gerçek zamanlı mekansal veriler zaman, mekan ve öznitelik (attribute) özelliklerini içermelidir. Zaman özelliği verinin güncelliğini, mekan özelliği konumun özelliklerini ve öznitelik özelliği ise verinin semantiğini (semantic) gösterir. Var olan Coğrafi Bilgi Sistemi altyapısı ve statik mekansal veri tabanlarının kapsamı genişleterek ve veri tabanları tekrardan organize edilerek 4B CBT Altyapısı oluşturmalıdır. Şehirde gerçek zamanlı olarak üretilen veriler gerçek zamanlı olarak veri tabanlarına aktarılmalıdır (importing real time).

Akıllı şehirlerde veriler şehir yönetiminin merkezini oluşturmaktadır. Şehirde bulunan akıllı şehir uygulamalarının farklı çeşitte ve formatta üretilen verileri kullanabilmeleri için bu verilerin ön işleme aşamasında ortak bir formata getirilmesi ve diğer veriler ile

birleştirilmesi gerekmektedir. Yapılandırılmış ve yapılandırılmamış mekansal-zamansal büyük veriler mekansal serileştirme (space serialization) işleminden geçirilerek gerçek zamanlı bir şekilde paylaşılmalıdır. Verinin işlenmesi; temel olarak verilerin ortak bir formata getirilmesi, mekansal-zamansal olarak referanslanması ve mekansal olarak dizi haline getirilmesini içermektedir. Verilerin ortak formata getirilmesi; farklı coğrafi bilgi sistemlerine ait verilerin zarar görmeden ortak bir formata dönüştürülmesini de kapsamaktadır.

Mekansal-zamansal veri yönetimi; büyük verinin el edilmesi, analiz edilmesi, görselleştirilmesi, benzeşmeye dayalı anlam çıkarılması ve veri madenciliğini içermektedir. Verinin girişi ve çıkışı, düzenlenmesi ve işlenmesi, sorgulanması, istatistiklerinin oluşturulması, görselleştirilmesi, dinamik olarak güncellenmesi, veri geçmişinin yönetimi ve veri güvenliği veri yönetimi araçlarının desteği ile gerçekleştirilmelidir. Mekansal-zamansal veri yönetimi; farklı veri çeşitlerinin birleştirilmesi, bilgilerin dışa aktarılması, mekansal-zamansal verinin sınıflandırılması ve geleceğe yönelik analizlerin yapılmasını da desteklemektedir. Mekansal-zamansal veri yönetimi; akıllı şehir uygulamalarının gereksinimlerini sağlamak için benzetimlerden anlam çıkarma ve büyük veri madenciliği teknolojileri ile desteklenmektedir. Büyük veri madenciliği temel olarak geçmişe dayalı çıkarım (historical reasoning) metodu, karar ağacı ve gen algoritması (decision tree and genetic algorithm), küme analizi (cluster analysis), çevrimiçi analitik işleme (online analytical processing), neural ağ ve Baye's teoremi kullanılarak büyük veriden bilgi elde edilmesinde kullanılmalıdır.

Akıllı Şehirlerdeki sistemlerin ve uygulamaların birlikte çalışabilirliği sağlanması için şehirdeki tüm sistemlerin entegre bir şekilde çalışması gerekmektedir. Akıllı şehirlerde mekansal veriye erişimin sağlanması ve bu verilerin entegre bir şekilde işlenmesi için servis odaklı mimari (Service Oriented Architecture- SOA) kullanılmalıdır. Servis odaklı mimari (SOA) kullanılarak veri silolarının oluşması engellenmelidir. Akıllı şehirlerde mekansal veriye erişim servis odaklı mimari ve OGC tarafından geliştirilen açık standartlar (open standards) kullanılarak şehirdeki farklı sistemlerin entegrasyonu sağlanmalıdır. Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapısı veri arama servisleri (CSW, OpenSearchGEO, ebRIM) veriye erişim servisleri (WMS, WFS, WMTS, WCS, Simple Features Access), veri işleme servisleri (WPS, TJS, WCPS, OpenMI), Sensor Web Enablement servisi (SWE)'ni içermelidir.

LandXML, inşaat ve ulaşım endüstrisinde ortak olarak kullanılan inşaat ve arazi ölçümlerine ait veri dosyalarının XML(eXtensible Mark-up Language)' formatında saklanmalı ve ilgili kurumlarla paylaşılabilinmelidir. Akıllı şehirlerde binalara ait verilerin entegre bir şekilde üretilmesi, depolanması, işlenmesi ve aktarılması için üretilen ve saklanan verilerin buildingSMART standardına uyumlu olması gerekmektedir. Literatürde incelenen akıllı şehir uygulamalarının sonucunda her şehri farklı karakteristik özelliği sahip olması ve öncelikli ihtiyaçlarının çeşitlilik göstermesine rağmen teknoloji, veri çeşitliliği ve veri ihtiyacı noktasında ortak çerçeveye (framework) dahil edilmiştir. Akıllı Şehir Mekansal Bilgi Sistemi Altyapı Çerçevesi algılama katmanı (perception layer), ağ katmanı (network layer), kamu hizmetleri katmanı (public facilities layer), veri tabanı katmanı (database layer), Bulut Bilişim katmanı (cloud information platform layer), yapay zeka uygulama katmanı (the wisdom application layer) ve Kullanıcı Katmanı (user layer)'nına sahip olmalıdır.



KAYNAKLAR

- [1] **ARONOFF, S.** (1991). GIS: A Management Perspective. WDL Publication, Ottawa, Canada, pp. 1-27 and 47-100.
- [2] **Url-1** <<http://www.smart-cities.eu/>>, date retrieved 12.12.2018.
- [3] **Tranos, E.** (2012) Gertner, D. Smart Networked Cities? *Innov.: Eur. J. Social Sci. Res.* 2012, 25, 175–190.
- [4] **Shapiro, J.M.** (2016) Smart Cities: Quality of Life, Productivity, and the Growth Effects of Human Capital. *Rev. Econ. Stat.* 2006, 88, 324–335.
- [5] **Url-2** <<http://www. http://smartcities.info/files/03%20-%20Joe%20Dignan%20-%20Microsoft.pdf/>>, date retrieved 30.12.2018
- [6] **Deren LI,** (2013) Geomatics for Smart Cities - Concept, Key Techniques, and Applications, Geo-spatial Information.
- [7] **Washburn, D.,** (2010). Helping CIOs Understand "Smart City" Initiatives: Defining the Smart City, Its Drivers, and the Role of the CIO. Cambridge, MA: Forrester Research, Inc. Available from http://public.dhe.ibm.com/partnerworld/pub/smb/smarterplanet/forr_he lp_cios_und_smart_city_initiatives.pdf.
- [8] **Giffinger, R., Fertner,** (2007). Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities. Vienna, Austria: Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology. Available from http://www.smartcities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf.
- [9] **Odendaal, N.** (2003). Information and communication technology and local governance: Understanding the difference between cities in developed and emerging economies. *Computers, Environment and Urban Systems*, 27(6), 585 607.
- [10] **Scholl, H. J.,** (2009). E-commerce and e-government: How do they compare? What can they learn from each other?. *Proceedings of the 42nd Hawaiian International Conference on System Sciences (HICSS 2009)*, Koloa, Hawaii, January 4-7.
- [11] **Mooij, J.** (2003). Smart governance? Politics in the policy process in Andhra Pradesh, India. *ODI Working Papers*, 228. Available from <http://www.odi.org.uk/resources/download/1793.pdf>.
- [12] **Johnston, E. W., & Hansen, D. L.** (2014). Design lessons for smart governance infrastructures. In Ink, D., Balutis, A., & Buss, T. F. (Eds.), *American Governance 3.0: Rebooting the Public Square?* National Academy of Public Administration. Available from

http://icma.org/en/icma/knowledge_network/documents/kn/document/301540/design_lessons_for_smart_governance_infrastructures.

- [13] **Ebrahim, Z., & Irani, Z.** (2005). E-government adoption: Architecture and barriers. *Business Process Management Journal*, 11(5), 589-611.
- [14] **Armin Gruen.** (2013) - SMART Cities: The need for spatial intelligence
- [15] **Gong, J. Y., and G. L. Wang.** (2013). "From Digital City to the Smart City: New Challenges to Geography Information Technology." *Journal of Geomatics* 38 (2): 1–6. Doi: <http://dx.doi.org/10.14188/j.2095-6045.2013.02.001>
- [16] **Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P.** (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. Routledge.
- [17] **Dameri, R. P., & Cocchia, A.** (2013). Smart city and digital city: twenty years of terminology evolution. *Proceeding of ITAIS conference, Milano, December.1*
- [18] **Hollands, R. G.** (2008) 'Will the real smart city please stand up?: Intelligent, progressive or entrepreneurial?', *City*, 12(3), pp.303– 320.
- [19] **Dameri, R. P.** (2013). Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology*, 11(5), 2544–2551(Council for Innovative Research).
- [20] **Ishida, T.** (2005) 'Activities and Technologies in Digital City Kyoto', in van den Besselaar, P. & Koizumi, S. (eds.) *Digital Cities III. Information Technologies for Social Capital: Cross- cultural Perspectives: Third International Digital Cities Workshop, Amsterdam, The Netherlands, September 18– 19, 2003. Revised Selected Papers.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp.166– 187.
- [21] **Cocchia, A.** (2014) 'Smart and Digital City: A Systematic Literature Review', in Dameri, R.P. & Rosenthal- Sabroux, C. (eds.) *Smart City: How to Create Public and Economic*
- [22] **Boyer, M. C.** (1995) *CyberCities: Visual Perception in the Age of Electronic Communication.* New York: Princeton Architectural Press. [40]-
Ishida, T. (2002) 'Digital city Kyoto', *Commun. ACM*, 45(7), pp.76– 81.
- [23] **Ishida, T.** (2002) 'Digital city Kyoto', *Commun. ACM*, 45(7), pp.76– 81.
- [24] **Batty, M.** (1990) 'Intelligent Cities: using information networks to gain competitive advantage', *Environment and Planning B: Planning and Design*, 17, pp.247– 256.
- [25] **Couclelis, H.** (2004). The construction of the digital city. *Planning and Design*, 31(1), 5–19 (Environment and Planning).
- [26] **IBM** (2009) *Smarter Cities.* IBM.
- [27] **Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P.** (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82.

- [28] **Taewoo Nam and Theresa A. Pardo.** (2011) Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions. Annual international digital government research conference, pp. 282-291.
- [29] **Northstream** (2010). White paper on revenue opportunities
- [30] **Dameri, R. P.** (2013). Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology*, 11(5), 2544–2551(Council for Innovative Research).
- [31] **Hall, P.** (2000). Creative cities and economic development. *Urban Studies*, 37(4), 633–649.
- [32] **Setis-Eu** (2012). European-initiative-on-smart-cities.
- [33] **ISO.** (2012) ISO 37120, Sustainable development in communities – Indicators for city services and quality of life
- [34] **Deloitte** (2016) Akıllı Şehir Yol Haritası, syf:25
- [35] **Chengming Li,** (2016) The concept, key technologies and applications of temporal-spatial information infrastructure, *Geo-spatial Information Science*, 19:2, 148-156, DOI: 10.1080/10095020.2016.1179440
- [36] **Yomralıoğlu, T.** (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Türkiye.
- [37] **Malczewski, J.** (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20 (7), 703-726.
- [38] **Yomralıoğlu, T.,**(2005). Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, 3. Baskı, Akademi Kitapevi, ISBN 975-97369-0-X, Trabzon, 2005.
- [39] **Yomralıoğlu, T.,**(1999), “Kent Bilgisi ve Organizasyonu”, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, KTÜ, Trabzon, 1999, s.1.
- [40] **Couclelis, H.** (2004). The construction of the digital city. *Planning and Design*, 31(1), 5–19
- [41] **Crang, M. & Graham, S.** (2007) ‘Sentient cities: ambient intelligence and the politics of urban space’, *Information, Communication & Society*, 10(6),
- [42] **Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P.** (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. Routledge.
- [43] **Giffinger and Pichler-Milanovic** (2007), Giffinger and Gudrun (2010), Schuurman et al. (2012) and Batty et al. (2012).
- [44] **Oğuzlar A.,**(2004) Veri Madenciliğine Giriş, Ekin Kitapevi, 2004.

- [45] **Url-3** <<https://www.gov.uk/government/publications/open-data-charter/g8-open-data-charter-and-technical-annex/>>, date retrieved 01.02.2019,
- [46] **Url-4** <<https://www.dijitaldonusum.gov.tr/acik-veri-uygulamalari/>>, date retrieved 01.02.2019
- [47] **Url-5** <<http://www.opendatatoolkit.worldbank.org/en/starting.html/>>, date retrieved 01.02.2019
- [48] **Url-6** <<https://urban.jrc.ec.europa.eu/>>, date retrieved 01.02.2019
- [49] **Url-7** <<http://www.sentilo.io/wordpress/>>, date retrieved 01.02.2019
- [50] **Url-8** <<https://baltimoreopenair.github.io/>>, date retrieved 01.02.2019
- [51] **Url-9** <<https://shareabouts-pbnyc-2018.herokuapp.com/place/554697/>>, date retrieved 01.02.2019
- [52] **Url-10** <<http://www.smartbeyoglu.com/>>, date retrieved 01.02.2019
- [53] **Url-11** <<http://www.opendatabarometer/>>, date retrieved 01.02.2019
- [54] **Url-12** <<https://www.trafikverket.se/en/startpage/operations/Operations-road/Traffic-information/Real-time-traffic-information/>>, date retrieved 01.02.2019
- [55] **Url-13** <<https://qlue.co.id/solutions/?lang=en> />, date retrieved 01.02.2019
- [56] **Wessler M.**(2013) Big Data Analytics For Dummies, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2013
- [57] **Gantz J., Reinsel D.**, (2011) “Extracting value from chaos”, IDC iview (1142), 2011
- [58] **NIST**(2015) Big Data Public Working Group, Big data interoperability framework: Definitions, National Institute of Standards and Technology (NIST), 2015
- [59] **Han J., Pei J., and Kamber M.**, (2012) Data mining: concepts and techniques. Elsevier Inc., 2012
- [60] **Adrian Smith**, (2018). Smart cities need thick data not big data 2018
- [61] **Zhenjiang, Jiangsu** (2013)- The framework of smart city based on cloud computing Liu Chaohua* School of Management, Jiangsu University
- [62] **Mell, P. ve Grance, T.**, (2011). The NIST Definition of Cloud Computing, NIST Special Publication 800-145, September 2011.
- [63] **Sultan, N. A.** (2010). Reaching for the "cloud": How SMEs can manage. International Journal of Information Management
- [64] **Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., & Ghalsasi, A.** (2011). Cloud computing -- The business perspective. Decision Support Systems, 51(1), 176-189.
- [65] **Ebem Ş**, (2013), Kamu Bilişim Sistemleri Açısından Bulut Bilişimin Teknik, Yönetim ve Hukuki Boyutlarıyla İncelenmesi: Bilgi Teknolojileri ve

- [66] **Yüksel H** , (2012), Bulut Bilişim El Kitabı
- [67] **Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M.** (2013). Internet of Things (IoT):a vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
- [68] **L. Atzori, A. Iera, G. Morabito**,(2010) The Internet of Things: a survey, *Computer Networks* 54 (2010) 2787–2805
- [69] **H. Sundmaeker, P. Guillemin, P. Friess, S. Woelffl.**,(2010) Vision and challenges for realising the Internet of Things, Cluster of European Research Projects on the Internet of Things—CERP IoT,
- [70] **J. Belissent**,(2010.) Getting clever about smart cities: new opportunities require new business models, Forrester Research,
- [71] **Gartner Inc.**, (2012) Gartner’s hype cycle special report
- [72] **Url-14** <<http://www.libelium.com/libelium-smart-world-infographic-smart-cities-internet-of-things/>>, date retrieved 01.02.2019
- [73] **T.Hashem**, (2016) The role of big data in smart city
- [74] **Dargie, W. W., & Poellabauer, C.** (2010). Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice. John Wiley & Sons.
- [75] **Lee, J.-S., Su, Y.-W., & Shen, C.-C.** (2007). A comparative study of wireless protocols: bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi. Paper presented at the 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2007. IECON 2007.
- [76] **K.Young, Prasad, Ramjee**,(2007) 4G Roadmap and Emerging Communication Technologies, Artech House,pp 12-13, isbn=1-58053-931-9
- [77] **Ahmad, M.** (2015). 4G and 5G wireless: how they are alike and how they differ.
- [78] **Url-15** < <https://www.itu.int/en/ITU-T/Pages/default.aspx/>>, date retrieved 01.02.2019
- [79] **Anthopoulos L and Fitsilis P** (2010) From online to ubiquitous cities: The technical transformation of virtual communities, in Sideridis, AB, & Patrikakis, CZ (Eds.), *Next Generation Society: Technological and Legal Issues* (Vol. 26, pp. 360-372).
- [80] **Tranos, E.; Gertner, D.** (2012) Smart Networked Cities? *Innov.:Eur. J. Social Sci. Res.* 2012, 25, 175–190.
- [81] **Shapiro, J.M.**(2006) Smart Cities: Quality of Life, Productivity,and the Growth Effects of Human Capital. *Rev. Econ. Stat.* 2006, 88, 324–335.

- [82] **Dignan, J.** (2012) Smart Cities – Connected Government Framework for Smart Cities.
- [83] **Roche S, Nabian N, Kloeckl K and Ratti C** (2012) Are ‘smart cities’ smart enough? In: Rajabifard A and Coleman D (eds) Spatially Enabling Government, Industry and Citizens: Research Development and Perspectives. New Brunswick: GSDI Association Press, 215–236.
- [84] **Daniel S and Doran M-A** (2013) GeoSmartCity: Geomatics contribution to the Smart City, 2013. In: Proceedings of the 14th Annual International Conference on Digital Government Research, 17–20 June, Quebec City, 65–71.
- [85] **Ratti C and Haw A** (2012) Living bits and bricks. Architectural Review: 89–93.
- [86] **ISpatial** (2017) Little Book of Smart Cities:19-24.
- [87] **Url-16** <https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/prizes/icapital/icapital2014_en/>, date retrieved 01.02.2019
- [88] **Capdevila, I. and Zarlenga M.I.**, (2015). Smart City or smart citizens? The Barcelona case .Journal of Strategy and Management8(3), 266-282
- [89] **Cisco Systems Inc**,(2014) ‘IoE-Driven Smart City Barcelona Initiative Cuts Water Bills, Boosts Parking Revenues, Creates Jobs & More’, Jurisdiction Profile, 2014.
- [90] **Bakici, T., Almirall, E. & Wareham, J.**, (2013)‘A Smart City Initiative: the Case of Barcelona’, Springer Journal of the Knowledge Economy, vol. 4, no. 135, 2013, pp. 135-148.
- [91] **Url-17** <<http://amsterdamsmartcity.com/about-asc/>>, date retrieved 01.02.2019
- [92] **Sauer, S.** (2012). Do smart cities produce smart entrepreneurs? Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 7, 63–73
- [93] **Infocomm development authority of Singapore** (2015). Imagine Intelligent Nation
- [94] **Renata Paola Dameri** (2014), Comparing Smart and Digital City: Initiatives and Strategies in Amsterdam and Genoa. Are They Digital and/or Smart?
- [95] **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** (2018) - 2019 – 2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı
- [96] **Url-18** <<https://cbs.csb.gov.tr/tucbs-i-86080/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [97] **Url-19** <<https://www.turkiye.gov.tr/bilgilendirme?konu=siteHakkinda> />, date retrieved 12.02.2019.
- [98] **Url-20** <<https://www.sanayi.gov.tr/tsddtyh.pdf>./>, date retrieved 12.02.2019.
- [99] **Url-21** <<https://isttelkom.istanbul/isttelkom-akilli-sehirlerin-temelini-atiyor/>./>, date retrieved 12.02.2019.

- [100] **Url-22** <<https://isttelkom.istanbul/istanbula-ortak-haberlesme-altyapisi-geliyor/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [101] **Url-23** <<https://uym.ibt.gov.tr/hizmetler/ibt-cep-trafik/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [102] **Url-24** <<https://www.isbak.istanbul/wp-content/uploads/2016/06/02-ATAK-TR.pdf>>, date retrieved 12.02.2019.
- [103] **Url-25** <<http://www.itcturkiye.com/tr/evsel-kati-atik-ayrirtirma-sistemi/11926/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [104] **Url-26** <<https://www.ankara.bel.tr/haberler/akilli-ulasimin-baskenti/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [105] **Url-27** <<https://www.ego.gov.tr/tr/sayfa/2125/ego-cepte-uygulamasi/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [106] **Url-28** <<http://www.konya.bel.tr/haberayrinti.php?haberID=3750/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [107] **Url-29** <<http://atus.konya.bel.tr/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [108] **Url-30** <<http://www.konya.bel.tr/haberayrinti.php?haberID=4330/>>, date retrieved 12.05.2019.
- [109] **Url-31** <<https://www.sehirsizin.com/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [110] **Url-32** <<https://www.fastcompany.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [111] **Url-32** <<https://www.iso.org/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [112] **Url-33** <https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-Implementing-ITU-T-International-Standards-to-Shape-Smart-Sustainable-Cities-The-Case-of-Singapore/files/downloads/418504-%20ITU_Case-Study-Singapore-E.pdf>, date retrieved 12.02.2019.
- [113] **Url-34** <[http://europarl.europa.eu/RegData/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE+ET\(2014\)507480.pdf](http://europarl.europa.eu/RegData/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE+ET(2014)507480.pdf)>, date retrieved 12.02.2019.
- [114] **Url-35** <<http://saveonenergy.ca/Business/Program-Overviews/Retrofit-for-Commercial.aspx> [118] "Inside China's Dystopian Dreams: A.I., Shame and Lots of Cameras". Retrieved 2018-10-31./>, date retrieved 12.02.2019.
- [115] **Url-36** <<https://pressfrom.info/uk/news/money/-269252-inside-china-s-dystopian-dreams-a-i-shame-and-lots-of-cameras.html>>, date retrieved 12.02.2019.
- [116] **OGC**, (2015) Smart Cities Spatial Information Framework 2015
- [117] **BSI**, (2012) PAS 180 - Smart Cities Vocabulary

- [118] **Url-36** <http://www.nytimes.com/2006/04/25/books/25cnd-jacobs.html?pagewanted=all&_r=0/>, date retrieved 12.02.2019.
- [119] **Url-37** <<https://www.businesslocationcenter.de/en/economic-atlas/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [120] **Url-38** <http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-41151-9_39/>, date retrieved 12.02.2019.
- [121] **Url-39** <<http://blog.hexagongeospatial.com/bringing-smart-cities-life-barcelona/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [122] **Url-40** <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6502629>>, date retrieved 12.02.2019.
- [123] **Url-41** <http://en.wikipedia.org/wiki/Linked_data/>, date retrieved 12.02.2019.
- [124] **Url-42** <<http://www.3dcitydb.net/3dcitydb/3dcitydb-in-action/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [125] **Url-43** <<http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [126] **Url-44** <<http://www.opengeospatial.org/standards/bp/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [127] **Url-45** <<http://www.slideshare.net/DebbieWilson2/developing-3d-national-data-model-for-kingdom-of-bahrain> />, date retrieved 12.02.2019.
- [128] **Url-46** <http://www.fig.net/pub/fig2014/ppt/ts11d/TS11D_alizadehashrafi_baig_6899_ppt.pdf>, date retrieved 12.02.2019.
- [129] **Url-47** <<http://www.slideserve.com/elvin/the-case-for-3d-singapore/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [130] **Url-48** <<http://www.opengeospatial.org/blog/2098http://www.smart-cities.eu/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [131] **Url-49** <<https://www.iso.org/committee/49070.html/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [132] **Url-50** <<http://www.buildingsmart.org/>>, date retrieved 12.02.2010.
- [133] **Gong, J. Y., and G. L. Wang.** (2013). "From Digital City to the Smart City: New Challenges to Geography Information Technology." *Journal of Geomatics* 38 (2): 1–6. Doi: <http://dx.doi.org/10.14188/j.2095-6045.2013.02.001>
- [134] **Li, D. R., Z. F. Shao, and X. M. Yang.** (2011). "Theory and Practice from Digital City to Smart City." *Geospatial Information* 9 (6): 1–5.
- [135] **Wang, J. Y.** (2014). "Big Data in the Era of Smart City." *Science of Surveying and Mapping* 39 (5): 3–7.

- [136] **Liu, P., J. H. Gong, and M. Yu.** (2015). “Visualizing and Analyzing Dynamic Meteorological Data with Virtual Globes: A Case Study of Tropical Cyclones.” *Environmental Modelling & Software* 64: 80–93. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.11.014>.
- [137] **Liu, P., Y. Zhang, and J. H. Gong.** (2014). “Root Mean Square Error and Neighbouring Relation Matching Approach for Multi-Scale Areal Feature.” *Acta Geodaetica Et Cartographica Sinica* 43 (4): 419–425. doi:<http://dx.doi.org/10.13485/j.cnki.11-2089.2014.0062>.
- [138] **Sui, D. Z.** (2011). “Introduction: Strategic Directions for the Geographical Sciences in the Next Decade.” *The Professional Geographer* 63 (3): 305–309. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/00330124.2011.566508>
- [139] **Chengming L., Po L, Jie Y. & Xiaoli L.**(2016) The concept, key technologies and applications of temporal-spatial information infrastructure, *Geospatial Information Science*, 19:2, 148-156, DOI: 10.1080/10095020.2016.1179440
- [140] **Butenuth, M.,** (2007). “Integration of Heterogeneous Geospatial Data in a Federated Database.” *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 62 (5): 328–346. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2007.04.003>.
- [141] **Emmerich, W.,** (2007). “Workflows for E-Science: Scientific Workflows for Grids.” Edited by Taylor, I. J., E. Deelman, D. B. Gannon, and M. Shields. Springer-Verlag: London. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84628-757-2>.
- [142] **Wang, J. Y.** (2014). “Big Data in the Era of Smart City.” *Science of Surveying and Mapping* 39 (5): 3–7.
- [143] **Url-50** <https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSMQ79_9.5.1/com.ibm.egl.pg.doc/topic/>, date retrieved 12.02.2010.
- [144] **Url-51** <<http://www.opengeospatial.org/standards/wfs/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [145] **Url-52** <<http://www.opengeospatial.org/standards/wcs/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [146] **Url-53** <<http://www.opengeospatial.org/standards/wps/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [147] **Url-54** <<http://www.opengeospatial.org/standards/cat/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [148] **Url-55** <<http://www.opengeospatial.org/projects/groups/sensorwebdwg/>>, date retrieved 12.02.2019.
- [149] **Url-56** <<http://www.opengeospatial.org/standards/owc/>>, date retrieved 12.02.2019.

[150] **Url-57** <<http://www.opengeospatial.org/standards/geopackage/>>, date retrieved 12.02.2019.



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Abdullah Said Türksever

Doğum Tarihi ve Yeri : 02.01.1993 - İstanbul

E-posta : asturksever@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Yüksek Lisans** : 2015-, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Programı
- **Lisans** : 2010-2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği
-

MESLEKİ DENEYİM:

- Haziran 2019- : Community Operation Manager, Mapillary AB
(www.mapillary.com/about)
- Subat 2013-2019 : Kurucu Ortak, SİNERJİ ARAŞTIRMA GELİŞT.PROJE DANIŞMANLIK EĞT.MÜH.SAN VE TİC.LTD.ŞT

Yayınlar:

- 3D CITY MODELING USING CityEngine:ITU AYAZAĞA CAMPUS APPLICATION (Lisans Bitirme Tezi, 2015)